Edwards Critical Care Education

GUIDA RAPIDA AL

Trattamento Intensivo Cardiopolmonare

Edwards

La presente guida è un servizio che Edwards Lifesciences LLC offre al personale medico. Le informazioni in essa contenute sono state redatte attingendo alla letteratura disponibile. Sebbene sia stato fatto ogni sforzo per riportare fedelmente le informazioni, i redattori e la casa editrice non possono essere considerati responsabili per eventuali inesattezze. La presente guida non è da intendersi né deve essere interpretata come una consulenza di carattere medico. Per ogni tipo di uso devono essere consultate le guide informative del prodotto, gli inserti, i manuali operativi dei diversi medicinali e dispositivi. Edwards Lifesciences LLC e i redattori declinano ogni responsabilità per problemi derivanti direttamente o indirettamente dall'uso di medicinali, dispositivi, tecniche o procedure descritte nella presente guida di riferimento.

Nota: Gli algoritmi e i protocolli compresi in questa guida sono solo per riferimento didattico. Edwards non avalla né supporta alcun algoritmo o protocollo specifico. La scelta del trattamento più appropriato dipende dal medico e dalla struttura sanitaria.

ISBN 978-0-615-27887-2

Edwards Critical Care Education

GUIDA RAPIDA AL

Trattamento Intensivo Cardiopolmonare

EDITORI PER LA SECONDA EDIZIONE

William T. McGee, MD, MHA
Director – ICU Performance Improvement
Critical Care Division – Baystate Medical Center/
Associate Professor of Medicine and Surgery
Tufts University School of Medicine

Jan M. Headley, BS, RN
Director of Clinical Marketing and Professional Education
Edwards Lifesciences, Critical Care – North America

John A. Frazier, BS, RN, RRT
Manager, Clinical Marketing and Education
Edwards Lifesciences, Critical Care – Global

EDITORE PER LA PRIMA EDIZIONE

Peter R. Lichtenthal, M.D.
Director, Cardiothoracic Anesthesia
Arizona Health Sciences Center
University of Arizona

Contributi e revisioni

Jayne A.D. Fawcett, RGN, BSc, PgDipEd, MSc, PhD
Director Clinical Studies
Edwards Lifesciences, Critical Care – Global

Diane K. Brown, RN, MSN, CCRN
Hoag Memorial Hospital Presbyterian
Newport Beach, California

Barbara "Bobbi" Leeper, MN, RN, CCRN
Clinical Nurse Specialist Cardiovascular Services
Baylor University Medical Center
Dallas, Texas

Prof. Leonardo Gottin
SSO di Terapia Intensiva e Medicina Perioperatoria
DAI di Emergenze e Terapie Intensive
Azienda Ospedaliera
Universitaria Integrata Verona

Guida rapida al Trattamento Intensivo Cardiopolmonare

Informazioni cliniche pertinenti dedicate ai medici per la cura di pazienti critici

Nel 1998, è stata pubblicata la prima *Guida rapida al Trattamento Intensivo Cardiopolmonare*. Lo scopo della *Guida rapida* era quello di fornire informazioni immediate per il monitoraggio emodinamico e per la valutazione dell'ossigenazione di pazienti critici. Ad oggi, sono state fornite più di 100.000 copie, in tutto il mondo, a medici che si occupano del trattamento dei malati critici.

Questa seconda edizione della *Guida rapida* riflette la pratica attuale e i progressi della tecnologia. La cura di pazienti critici non è più limitata alla sola struttura della terapia intensiva.

I pazienti critici sono ora curati in diverse sezioni dell'ospedale, a causa dell'invecchiamento della popolazione e dell'incremento della gravità. Negli ultimi 10 anni le tecniche di monitoraggio meno invasive sono diventate parte integrante della routine di valutazione e cura del paziente. Le fasi decisionali e gli algoritmi che usano i parametri di monitoraggio fisiologici sono stati pubblicati e sono usati nella pratica di tutti i giorni.

Nella presente edizione l'ordine del contenuto riflette i concetti attuali relativi alle strategie di valutazione e ai miglioramenti tecnologici nel monitoraggio dei pazienti. Inoltre sono state incorporate sezioni riguardanti la *Guida Rapida al Cateterismo Venoso Centrale* per fare di questa edizione una guida di riferimento più completa.

La *Guida rapida* è organizzata in sezione in base a fondamenti fisiologici. La prima sezione inizia con una panoramica sull'apporto e il consumo di ossigeno, compresi i determinanti, le implicazioni di un mancato equilibrio e gli strumenti di monitoraggio disponibili.

Le tecniche di monitoraggio di base, comprese le tecnologie di monitoraggio minimamente invasive e i parametri emodinamici funzionali sono presentati nella successiva sezione. I miglioramenti tecnologici hanno permesso di ottenere tecniche meno invasive o minimamente invasive, sia nella valutazione della portata cardiaca che nella saturazione di ossigeno venoso. Vengono fornite le fasi decisionali che usano i parametri ottenuti da tecnologie meno invasive.

Le successive sezioni presentano quindi tecnologie di monitoraggio avanzate compreso il catetere Swan-Ganz che ha rappresentato la svolta nel miglioramento della cura di pazienti critici fin dai primi anni settanta. La gamma di cateteri va da cateteri a doppio lume a cateteri tutto in uno che forniscono al medico pressione in continuo, portata cardiaca in continuo, volumi di fine diastole in continuo e ossimetria venosa in continuo. Molti pazienti critici richiedono questo tipo di monitoraggio costante avanzato e, con l'applicazione delle corrette fasi decisionali, può essere migliorata la cura dei pazienti.

Poiché la cura di pazienti critici e le relative tecnologie sono sottoposte a continui cambiamenti e miglioramenti, la *Guida rapida* non ha lo scopo di affrontare tutti gli aspetti e le esigenze di questo campo. Ma è stata scritta per fornire una guida di riferimento rapido per permettere ai medici di fornire la migliore cura possibile ai pazienti critici.

Guida rapida al trattamento intensivo cardiopolmonare

Indice

ANATOMIA E FISIOLOGIA

Trasporto di ossigeno ... 3
Consumo di ossigeno ... 4
Utilizzo di ossigeno ... 5
Rapporto VO_2 / DO_2 ... 6
Anatomia funzionale ... 7
Arterie e vene coronarie ... 8
Ciclo cardiaco ... 10
Perfusione dell'arteria coronaria ... 12
Definizione di portata cardiaca ... 13
Definizione e misurazioni del precarico ... 14
- Legge di Frank-Starling
- Curve di compliance Ventricolare

Definizione e misurazioni del postcarico ... 16
Definizione e misurazioni della contrattilità ... 17
Famiglia di curve della funzione ventricolare
Test della funzione polmonare ... 19
Equilibrio di acido base ... 20
Curva di dissociazione dell'ossiemoglobina ... 21
Equazioni di scambio gassoso polmonare ... 22
Shunt intrapolmonare ... 23

MONITORAGGIO DI BASE

Monitoraggio della pressione fisiologica ... 26
- Componenti di un sistema di misurazione della pressione fisiologica ... 26
- Pratica migliore per impostare un sistema di misurazione della pressione fisiologica per il monitoraggio intravascolare ... 27
- Pratica migliore per livellare e azzerare un sistema di trasduzione della pressione fisiologica ... 29
- Pratica migliore per mantenere un sistema di trasduzione della pressione fisiologica ... 30
- Impatto di un livellamento non corretto sulle letture della pressione ... 31
- Fedeltè alla forma d'onda e risposta in frequenza ottimale ... 32
- Sistemi di monitoraggio della pressione ... 33
- Determinazione della risposta dinamica ... 34
- Verifica dell'onda quadra ... 36
- Tecniche di misurazione ... 37
- Monitoraggio intra-arterioso ... 38

Accesso venoso centrale 40
Tipi di dispositivi di accesso venoso centrale 40
Applicazioni, controindicazioni e complicazioni 41
Specifiche del catetere venoso centrale 44
Designazione del lume e frequenze di infusione 46
Mitigazione dell'infezione 47
Introduttori come linea centrale 48
Siti di inserzione 50
Posizionamento dell'estremità del catetere 52
Monitoraggio della pressione venosa centrale 53
Forma d'onda PVC normale 54

MONITORAGGIO MINIMAMENTE INVASIVO AVANZATO

Algoritmo del sistema FloTrac 58
Impostazione del sensore del sistema FloTrac 64
Impostazione e azzeramento del monitor Vigileo 66
Variazione del volume di eiezione (SVV) 68
Algoritmo SVV per il sistema FloTrac/Vigileo 74
Carico volemico e sistema FloTrac/Vigileo 75
Applicazioni di ossimetria venosa fisiologica e clinica 77

CATETERI SWAN-GANZ: TECNOLOGIA AVANZATA E STANDARD

Catetere Swan-Ganz standard 86
Catetere Swan-Ganz a tecnologia avanzata 88
Specifiche selezionate per il catetere Swan-Ganz 93
Cateteri Swan-Ganz a tecnologia avanzata 94
Cateteri Swan-Ganz standard 98
Fisiologia di base per il monitoraggio della pressione arteriosa polmonare 103
Pressioni normali di inserzione e tracciati della forma d'onda 106
Grafico forma d'onda anomala 108
Posizionamento e funzioni della porta per il catetere Swan-Ganz 110
Tecniche di inserzione del catetere Swan-Ganz 111
Forme d'onda di inserzione del catetere Swan-Ganz 112
Tacche di distanza per l'inserzione del catetere 112
Monitoraggio continuo della pressione arteriosa polmonare 113
Linee guida per l'uso sicuro dei cateteri arteriosi polmonari Swan-Ganz 114
Posizionamento dell'area polmonare 117
Effetti ventilatori sui tracciati arteriosi polmonari 118
Determinazione della portata cardiaca 121
Metodo di Fick
Metodo di diluizione del colorante
Metodo della termodiluizione
Curve di termodiluizione 124

Risoluzione dei problemi dei fattori chiave nella determinazione ottimale di CO a bolo 125
Vigilance II e sistema Swan-Ganz a tecnologia avanzata 126
Monitor Vigilance II Istruzioni per l'uso abbreviate 128
Risoluzione dei problemi del monitor Vigilance II 133
Guida rapida RVEDV 141
Curve della funzione ventricolare idealizzate 143
Grafico di riferimento del catetere Swan-Ganz 144

GUIDA DI RIFERIMENTO RAPIDA

Algoritmo del catetere Swan-Ganz a tecnologia avanzata 148
Algoritmo minimamente invasivo avanzato 149
Protocollo per terapia Early Goal-Directed Therapy del catetere Swan-Ganz avanzato 150
Protocollo per terapia Early Goal-Directed Therapy minimamente invasiva avanzata 151
EGDT nel trattamento della sepsi o shock settico 152
Algoritmo fisiologico usando SVV, ISV e $ScvO_2$ 153
Algoritmo fisiologico usando SVV, ISV 153
Algoritmo per edema polmonare acuto, ipotensione e shock 154
Terapia Early Goal-Directed Therapy in pazienti sottoposti ad intervento chirurgico con rischio da moderato a grave 155
Profili emodinamici tipici in diverse condizioni acute 156
Grafici, classificazioni, scale e sistemi 157
Linee guida ACC/AHA 2004 per il monitoraggio del catetere arterioso polmonare e della pressione arteriosa 162
Parametri emodinamici normali e valori di laboratorio 164

BIBLIOGRAFIA

Anatomia e fisiologia 170
Monitoraggio di base 170
Monitoraggio minimamente invasivo avanzato 172
Cateteri Swan-Ganz: tecnologia avanzata e standard 174
Breve guida di riferimento 175

Note

Anatomia e fisiologia

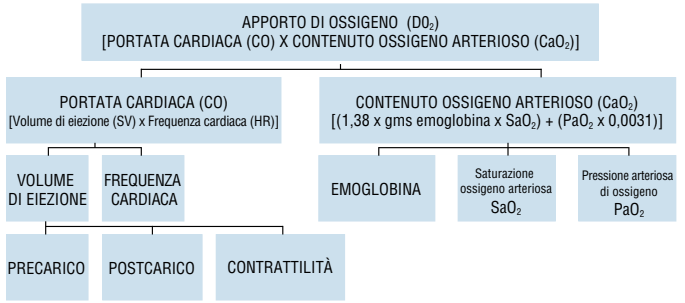
TRATTAMENTO AVANZATO DEL PAZIENTE CRITICO
MEDIANTE DIDATTICA BASATA SU DATI SCIENTIFICI
DAL 1972

Anatomia e fisiologia

Una fase importante nella valutazione dei pazienti critici consiste nell' assicurarsi che i tessuti ricevano un' adeguato apporto di ossigeno e che i tessuti siano in grado di consumare la quantità richiesta . Quindi, lo scopo del monitoraggio cardiorespiratorio è quello di valutare i componenti dell'apporto e del consumo di ossigeno e di valutare l'uso dell'ossigeno a livello dei tessuti. I parametri ottenuti dal profilo fisiologico sono usati per valutare e ottimizzare il trasporto di ossigeno necessario ai tessuti dei pazienti in condizioni critiche. L'anatomia cardiaca di base, la fisiologia applicata e la funzione polmonare sono tutte componenti dell'apporto di ossigeno. I trattamenti al processo di equilibrio di ossigeno ai tessuti possono portare ad un utilizzo inadeguato a livello cellulare. Le strategie di intervento sono mirate all' identificazione della relazione che intercorre tra l'apporto di ossigeno e il consumo di ossigeno per eliminare il rischio che si sviluppi ipossia tissutale.

Apporto di ossigeno ($DO_2 = CO_2 \times CO \times 10$)

DO_2 è la quantità di ossigeno fornito o trasportato ai tessuti in un minuto e comprende il contenuto di ossigeno e la portata cardiaca. L'adeguatezza dell'apporto di ossigeno dipende dall'appropriato scambio gassoso a livello polmonare, dal livello di emoglobina, da una adeguata saturazione di ossigeno e dalla portata cardiaca



Contenuto di ossigeno (CO_2): la quantità di ossigeno trasportato nel sangue, sia arterioso che venoso:

$$(1{,}38 \times Hgb \times SO_2) + (0{,}0031 \times PO_2)$$

1,38: quantità di O_2 che può legarsi ad 1 grammo di emoglobina
0,0031: coefficiente di solubilità di O_2 nel plasma*

$$CaO_2 = (1{,}38 \times Hgb \times SaO_2) + (0{,}0031 \times PaO_2)$$
normale 20,1 ml/dl

$$CvO_2 = (1{,}38 \times Hgb \times SvO_2) + (0{,}0031 \times PvO_2)$$
normale 15,5 ml/dl

Apporto di ossigeno (DO_2): la quantità di ossigeno trasportato nel sangue ai tessuti. Sia l'apporto di O_2 arterioso che quello venoso possono essere misurati:

Apporto di ossigeno arterioso (DO_2): $CO \times CaO_2 \times 10$
5 l/min x 20,1 ml/dl x 10 = 1005 ml/min†

Ritorno di ossigeno venoso (DvO_2): $CO \times CvO_2 \times 10$
5 l/min x 15,5 ml/dl x 10 = 775 ml/min

*La capacità di trasporto di ossigeno è stata indicata come riferimento tra 1,34-1,39.
† Presume Hgb di 15 gm/dl

Consumo di ossigeno

Il consumo di ossigeno fa riferimento alla quantità di ossigeno utilizzato dai tessuti, cioè lo scambio sistemico di gas. Questo valore non può essere misurato direttamente ma può essere stimato misurando la quantità di ossigeno fornita al lato arterioso confrontata con la quantità di Ossigeno presente al livello del distretto venoso.

CONSUMO DI OSSIGENO
Consumo di ossigeno (VO_2) = Apporto di ossigeno – Ritorno venoso di ossigeno

APPORTO DI OSSIGENO (DO_2)
[Portata cardiaca (CO) x
Contenuto ossigeno arterioso (CaO_2)]
(CO) x (1,38 x 15 x SaO_2) + (PaO_2 x 0,0031)
5 x 20,1 =
NORMALE = 1005 mL O_2/min

—

RITORNO VENOSO DI OSSIGENO
[Portata cardiaca (CO) x
Contenuto ossigeno venoso (CvO_2)]
(CO) x (1,38 x 15 x SvO_2) + (PvO_2 x 0,0031)
5 x 15,5 =
NORMALE = 775 mL O_2/min

VO_2 = CO x (CaO_2 – CvO_2) x 10
VO_2 = CO x Hgb x 13,8 x (SaO_2 – SvO_2)
VO_2 = 5 x 15 x 13,8 x (,99 – ,75)
NORMALE = 200 – 250 mL O_2/min

Consumo di ossigeno (VO_2)

Trasporto di ossigeno arterioso – Trasporto di ossigeno venoso
$VO_2 = (CO \times CaO_2) – (CO \times CvO_2)$
$= CO (CaO_2 – CvO_2)$
$= CO [(SaO_2 \times Hgb \times 13,8) – (SvO_2 \times Hgb \times 13,8)]$
$= CO \times Hgb \times 13,8 \times (SaO_2 – SvO_2)$

Normali: 200-250 ml/min
120-160 ml/min/m^2

Nota: 13,8 = 1,38 x 10

CONDIZIONI E ATTIVITÀ CHE ALTERANO LA RICHIESTA E VO_2

Febbre (per ogni grado C°)	10%	Lavoro respiratorio	40%
Brividi	50-100%	Procedure postoperatorie	7%
Aspirazione endotracheale	7-70%	MSOF	20-80%
Sepsi	50-100%	Cambio medicazione	10%
Visite	22%	Bagno	23%
Cambio posizione	31%	Radiografia toracica	25%
Peso con bilancia appesa	36%		

Altri parametri di valutazione dell' impiego di ossigeno

Differenza tra ossigeno arterioso e ossigeno venoso

Ca – v O_2: di solito 5 vol %
20 vol % – 15 vol % = 5 vol %

Nota: vol% o ml/dl

Rapporto di estrazione ossigeno

O_2ER: di solito 22-30%
O_2ER: $CaO_2 – CvO_2 / CaO_2 \times 100$
CaO_2 = 20,1 CvO_2 = 15,6
O_2ER = 20,1 – 15,6 / 20,1 x 100 = 22,4%

Indice estrazione ossigeno

La doppia ossimetria stima il rapporto di estrazione dell'ossigeno e ne valuta l'efficienza. Riflette inoltre la riserva cardiaca ad un aumento della richiesta di O_2. Range normale 20%-30%.
O_2EI = $SaO_2 – SvO_2 / SaO_2 \times 100$ (SaO_2 = 99, SvO_2 = 75)
O_2EI = 99-75 / 99 x 100 = 24,2%

Correlazioni tra CO e SvO_2

SvO_2 riflette il bilancio tra l'apporto di ossigeno e il suo utilizzo in relazione all'equazione di Fick.
$VO_2 = C(a\text{-}v)O_2 \times CO \times 10$
$CO = VO_2 / C(a\text{-}v)O_2$
$C(a\text{-}v)O_2 = VO_2 / (CO \times 10)$
$S(a\text{-}v)O_2 = VO_2 / (CO \times 10)$

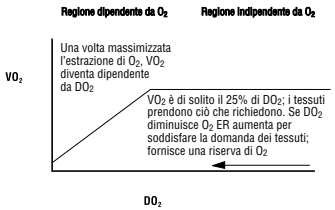
Quando l'equazione di Fick viene modificata, i determinanti di SvO_2 rappresentano i componenti di apporto e consumo di ossigeno:
se SaO_2 = 1,0, quindi $SvO_2 = CvO_2 / CaO_2$
$SvO_2 = 1 – [VO_2 / (CO \times 10 \times CaO_2)]$
$SvO_2 = 1 – (VO_2 / DO_2) \times 10$

Di conseguenza, SvO_2 riflette i cambiamenti nell'estrazione di ossigeno e l'equilibrio tra DO_2 e VO_2.

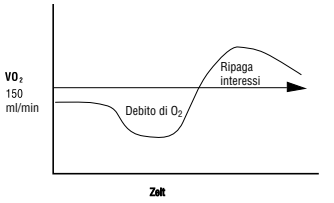
Relazioni VO_2/DO_2

La relazione tra l'apporto e il consumo di ossigeno può essere teoricamente tracciata su una curva. Poiché la normale quantità di ossigeno fornito è circa quattro volte la quantità consumata, la quantità di ossigeno richiesta è indipendente dalla quantità erogata. Questo rappresenta la porzione della curva che esprime il consumo di O2 indipendente dal trasporto. Se l'apporto di ossigeno diminuisce, le cellule possono estrarre più ossigeno per mantenere normali i livelli di consumo. Una volta esauriti i meccanismi di compensazione, la quantità di ossigeno consumata è ora dipendente dalla quantità fornita. Questa porzione del grafico viene denominata porzione dipendente dalla fornitura.

RELAZIONE NORMALE


Regione dipendente da O_2
Regione indipendente da O_2
VO_2
Una volta massimizzata l'estrazione di O_2, VO_2 diventa dipendente da DO_2
VO_2 è di solito il 25% di DO_2; i tessuti prendono ciò che richiedono. Se DO_2 diminuisce O_2 ER aumenta per soddisfare la domanda dei tessuti; fornisce una riserva di O_2
DO_2

CONCETTO DI DEBITO DI OSSIGENO



Il debito di ossigeno si presenta quando l'apporto di ossigeno è inadeguato per le necessità dell'organismo. Questo concetto implica che, quando si presenta un debito di ossigeno, è necessario fornire ulteriore ossigeno per 'ripagarne' il debito.

Fattori che incidono sull'accumulo di debito di O_2

Richiesta di ossigeno > Ossigeno consumato = Debito di ossigeno
Apporto di ossigeno diminuito
Estrazione di ossigeno cellulare diminuito
Richiesta di ossigeno aumentata

Anatomia funzionale

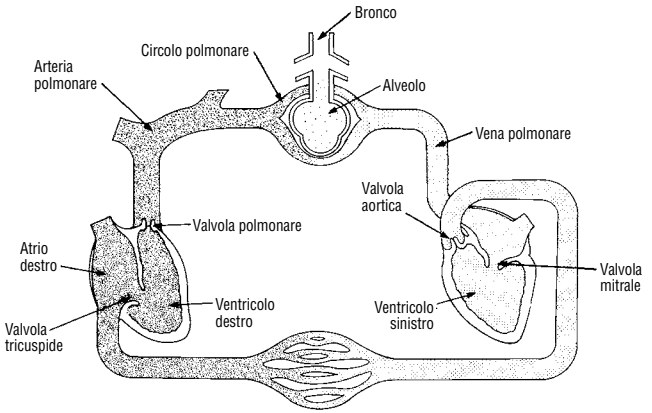
Ai fini del monitoraggio emodinamico, il cuore destro e sinistro sono differenziati in base alla funzione, alla struttura e alla generazione di pressione. Il letto capillare polmonare si trova tra il cuore destro e il cuore sinistro. Il letto capillare è un sistema compliante con un'elevata capacità di sequestrare sangue.

Il sistema circolatorio consiste di due circuiti in serie: la circolazione polmonare, che è un sistema a bassa pressione con bassa resistenza al flusso ematico; e la circolazione sistemica, che è un sistema ad alta pressione con elevata resistenza al flusso ematico.

DIFFERENZA TRA CUORE DESTRO E CUORE SINISTRO

Cuore destro	Cuore sinistro
Riceve sangue deossigenato	Riceve sangue ossigenato
Sistema a bassa pressione	Sistema ad alta pressione
Pompa volume	Pompa pressione
Ventricolo dx sottile a forma crescente	Ventricolo sx spesso a forma conica
Perfusione coronarica bifasica	Perfusione coronarica durante la diastole

STRUTTURE ANATOMICHE



Arterie e vene coronarie

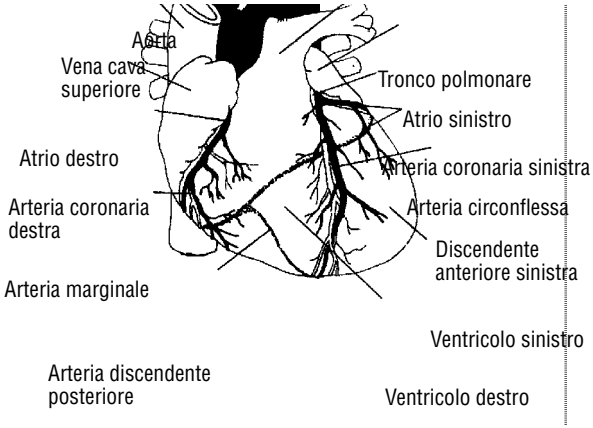
I due rami principali delle arterie coronarie partono da ciascun lato della radice aortica. Le arterie coronarie sono situate lungo il solco atrioventricolare e sono protette da uno strato di tessuto adiposo.

Rami principali	Aree irrorate
Arteria coronaria destra (RCA)	Nodo del seno 55%, Nodo AV 90%, Fascio di His (90%) Parete libera RA,RV Porzione di setto interventricolare (IVS)
Ramo discendente posteriore (fornito da RCA ≥ 80%)	Porzione di setto interventricolare (IVS) Aspetto diaframmatico ventricolo sinistro (LV)
Arteria coronaria sinistra principale si biforca	
Discendente anteriore sinistra (LAD)	Parete anteriore sinistra Porzione anteriore del setto interventricolare (IVS) Pozione del ventricolo destro
Circonflesso sinistro (fornisce il ramo discendente posteriore ≤ 20%)	Nodo del seno 45%, atrio sinistro, nodo AV 10% Parete laterale e posteriore del ventricolo sinistro (LV)

Vene coronarie	Scarica in
Vene di Tebesio	Direttamente nei ventricoli dx e sx
Vena cardiaca magna	Seno coronario nell'atrio destro
Vene cardiache anteriori	Atrio destro

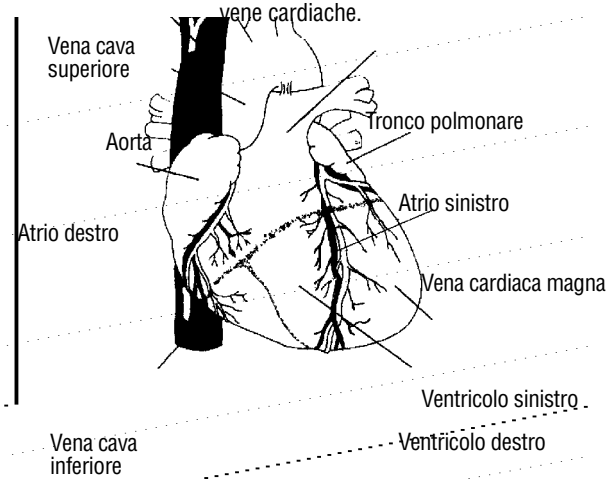
ARTERIE CORONARIE

Il sangue viene fornito ai tessuti cardiaci dai rami delle arterie coronarie.



VENE CORONARIE

Il sangue viene scaricato dai rami delle vene cardiache.

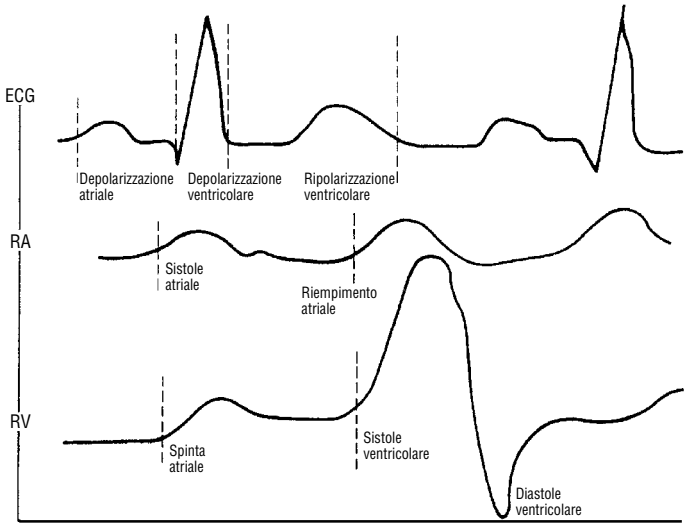


Ciclo cardiaco: correlazione tra attività elettrica a meccanica

Il ciclo cardiaco elettrico si verifica prima del ciclo cardiaco meccanico. La depolarizzazione atriale inizia dal nodo SA. Questa corrente viene poi trasmessa attraverso i ventricoli. Seguendo l'onda della depolarizzazione, le fibre muscolari si contraggono e producono la sistole.

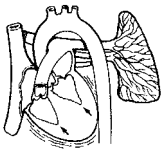
La successiva attività elettrica è la ripolarizzazione, che risulta nel rilassamento delle fibre muscolari e genera la diastole. La differenza temporale tra l'attività elettrica e quella meccanica è denominata accoppiamento elettro-meccanico o fase di eccitazione-contrazione. Una registrazione simultanea dell' ECG e un tracciato della pressione mostreranno l'onda elettrica prima dell'onda meccanica.

CICLO CARDIACO ELETTRICO-MECCANICO

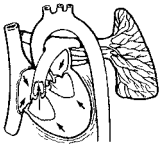


Fasi del ciclo cardiaco meccanico

SISTOLE



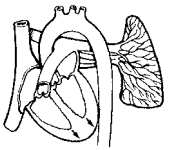
1. Fase isovolumetrica
Segue il complesso QRS dell'ECG
Tutte le valvole sono chiuse
Maggioranza di ossigeno consumato



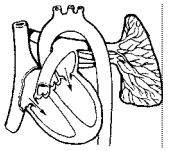
2. Eiezione ventricolare rapida
La valvola aortica si apre
Si presenta durante il segmento ST
2/3 o più del volume di sangue eiettato

3. Eiezione ventricolare ridotta
Si presenta durante l'onda "T"
Gli atri sono in fase di diastole
Produce un'onda "v" nel tracciato atriale

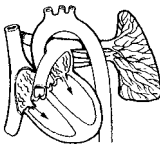
DIASTOLE



1. Rilassamento isovolumetrico
Segue l'onda "T"
Tutte le valvole sono chiuse
Ulteriore declino della pressione ventricolare
La pressione del ventricolo sx scende sotto la pressione dell'atrio sx



2. Riempimento rapido del ventricolo
Le valvole AV sono aperte
Circa il 70% del volume di sangue va nel ventricolo



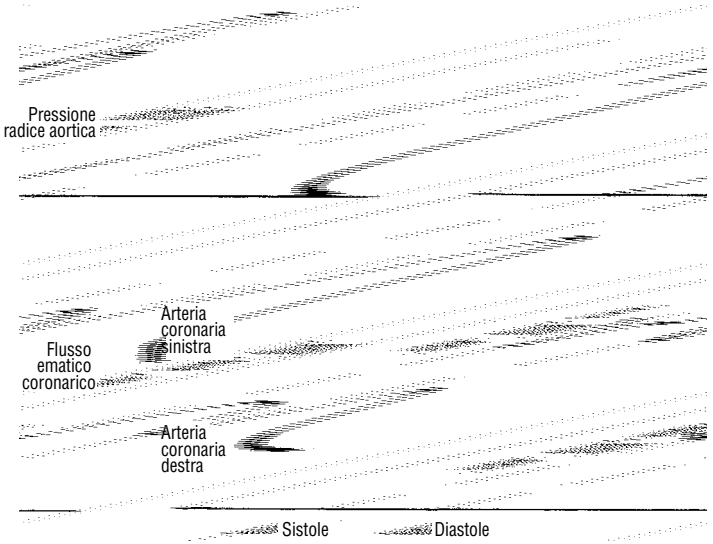
3. Fase di riempimento lento: Fine diastole
"Calcio" atriale
Segue l'onda "P" durante il ritmo sinusale
Si verifica la sistole atriale
Produce un'onda "a" sui tracciati atriali
Il volume rimanente passa nel ventricolo

ANATOMIA E FISIOLOGIA

Perfusione dell'arteria coronaria

La perfusione dell'arteria coronaria per il ventricolo sinistro si presenta principalmente durante la diastole. L'incremento di stress nella parete ventricolare durante la sistole aumenta la resistenza ad un punto tale che rimane molto poco flusso ematico nell'endocardio. Durante la diastole è presente una minore tensione di parete e si verifica un gradiente di pressione che favorisce il flusso ematico attraverso le arterie coronarie sinistre. Il ventricolo destro ha molta meno massa muscolare, quindi meno stress sulle pareti durante la sistole, in questo modo, a causa della minore resistenza, una maggiore quantità di sangue defluisce attraverso l'arteria coronaria destra durante la sistole. La prestazione ottimale del ventricolo destro dipende in parte dalla perfusione bifasica. Deve essere presente una pressione diastolica adeguata nella radice aortica per entrambe le arterie coronarie per poterne garantire la perfusione.

PERFUSIONE DELL'ARTERIA CORONARIA



Definizione di portata cardiaca

Portata cardiaca (litri/minuto, l/m): quantità di sangue eiettato dal ventricolo in un minuto.

Portata cardiaca = Frequenza cardiaca x Volume di eiezione
Frequenza cardiaca = battiti/min
Volume di eiezione = ml/battito; quantità di sangue eiettato dal ventricolo in un battito
CO = Frequenza cardiaca x Volume di eiezione
Portata cardiaca normale: 4-8 l/min
Indice cardiaco normale: 2,5-4 l/min/m^2
CI = CO/S. corp.
S. corp. = Area superficie corporea
Range di frequenza cardiaca normale: 60-100 BPM
Volume di eiezione normale: 60-100 ml/battito

Volume di eiezione: la differenza tra volume fine diastole (EDV), [la quantità di sangue nel ventricolo alla fine della diastole]; e volume di fine sistole (EVS), [il volume di sangue nel ventricolo alla fine della sistole]. SV normale va da 60 a 100 ml/battito.

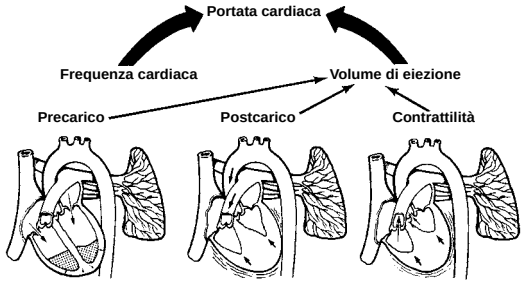
SV = EDV – ESV SV è inoltre calcolato come: **SV = CO / FC x 1000**

Nota: 1000 usato per convertire l/min in ml/battito

Quando il volume di eiezione è espresso come una percentuale del volume di fine diastole, si fa riferimento al volume di eiezione come frazione di eiezione (EF). La frazione di eiezione normale per il ventricolo sinistro è di 60-75%. La frazione di eiezione normale per il ventricolo destro è di 40-60%.

EF = (VS / EDV) x 100

DETERMINANTI DELLA PORTATA CARDIACA



Definizione e determinazione del precarico

Con precarico si fa riferimento alla entità di stiramento della fibra miocardica alla fine della diastole. Inoltre, con precarico si fa riferimento alla quantità di volume nel ventricolo alla fine di questa fase. Dal punto di vista clinico, è accettabile misurare la pressione richiesta per riempire i ventricoli come una valutazione indiretta del precarico ventricolare. La pressione di riempimento atriale sinistra (LAFP) o la pressione di occlusione arteriosa polmonare (PAOP) e la pressione atriale sinistra (LAP) sono state usate per valutare il precarico ventricolare sinistro. La pressione atriale destra (RAP) è stata usata per valutare il precarico ventricolare destro. I parametri volumetrici (RVEDV) sono la misura preferita per il precarico in quanto eliminano l'influenza della compliance ventricolare sulla pressione.

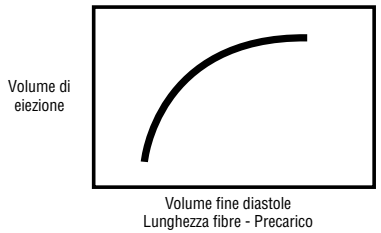
Precarico

RAP/PVC:	2-6 mmHg
PAD:	8-15 mmHg
PAOP/LAP:	6-12 mmHg
RVEDV:	100-160 ml

Legge di Frank-Starling

Frank e Starling (1895, 1918) identificarono la relazione tra la lunghezza delle fibre miocardiche e la forza di contrazione. Più elevato è il volume diastolico o lo stiramento delle fibre alla fine della diastole, tanto maggiore sarà la contrazione successiva durante la sistole entro un limite fisiologico.

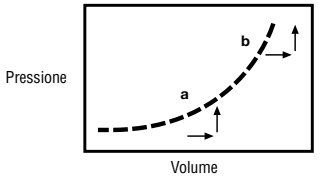
CURVA DI FRANK-STARLING



Curve di compliance ventricolare

La relazione tra il volume di fine diastole e la pressione di fine diastole dipende dalla compliance della parete muscolare. La relazione tra i due è curvilinea. Con una compliance normale, incrementi di volume relativamente alti creano incrementi di pressione relativamente bassi. Questo si presenterà in un ventricolo che non è completamente dilatato. Quando il ventricolo diventa maggiormente dilatato, incrementi di volume più bassi producono incrementi di pressione più alti. In un ventricolo non compliante, una pressione maggiore viene generata da un incremento di volume molto piccolo. Un incremento della compliance del ventricolo permette cambiamenti di volume più grandi con piccoli aumenti di pressione.

EFFETTI DELLA COMPLIANCE VENTRICOLARE

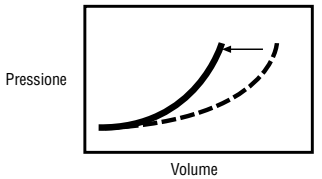


Compliance normale

La relazione pressione/volume è curvilinea:

A: Ampio incremento nel volume = piccolo incremento nella pressione

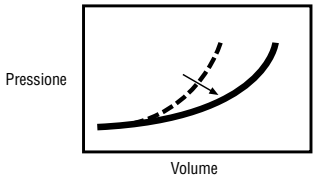
B: Piccolo incremento nel volume = ampio incremento della pressione



Compliance diminuita

Ventricolo più rigido, meno elastico

Ischemia
Postcarico incrementato
Ipertensione
Inotropi
Cardiomiopatie restrittive
Pressione intra-aortica incrementata
Pressione pericardica incrementata
Pressione addominale incrementata



Compliance incrementata

Ventricolo meno rigido, più elastico

Cardiomiopatie dilatativa
Postcarico diminuito
Vasodilatatori

Definizione e determinazione del postcarico

Con il termine postcarico ci si riferisce alla tensione sviluppata dalle fibre del muscolo miocardico durante l'eiezione sistolica ventricolare. Più comunemente, il postcarico è descritto come la resistenza, l'impedenza o la pressione che il ventricolo deve superare per eiettare il proprio volume di sangue. Il postcarico è determinato da diversi fattori, tra i quali: volume e massa del sangue eiettato, dimensione e spessore delle pareti ventricolari e impedenza della vascolarizzazione. Nelle impostazioni cliniche, la misurazione più sensibile del postcarico è la resistenza vascolare sistemica (RVS) per il ventricolo sinistro e la resistenza vascolare polmonare (PVR) del ventricolo destro. La formula per calcolare il postcarico comprende la differenza tra il gradiente di inizio o di entrata del circuito e il gradiente di fine o uscita del circuito.

Postcarico

Resistenza vascolare polmonare (PVR): <250 dyne/sec/cm^{-5}

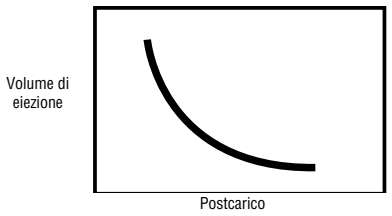
$$PVR = \frac{MPAP-PAOP}{CO} \times 80$$

Resistenza vascolare sistemica (RVS): 800-1200 dyne/sec/cm^{-5}

$$RVS = \frac{PAM-RAP}{CO} \times 80$$

Il postcarico ha una relazione inversa con la funzione ventricolare. Mentre la resistenza all'eiezione aumenta, la forza di contrazione diminuisce, fornendo una diminuzione del volume di eiezione. Mentre la resistenza all'eiezione aumenta, si verifica anche un aumento del consumo di ossigeno miocardico.

FUNZIONE VENTRICOLARE



Definizione e determinazione della contrattilità

Inotropismo o contrattilità è la proprietà interinseca delle fibre muscolari del miocardio di accorciarsi indipendentemente dal precarico e/o dal postcarico.

I cambiamenti della contrattilità possono essere tracciati su una curva. È importante notare che i cambiamenti nella contrattilità comportano uno spostamento delle curve, ma non della forma di base sottostante.

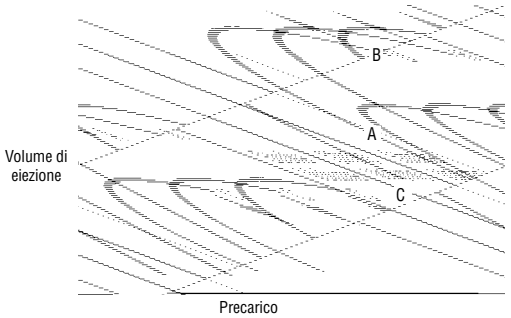
Le misurazioni della contrattilità non possono essere ottenute direttamente. I parametri di valutazione clinica sono surrogati e tutti comprendono i fattori determinanti del precarico e del postcarico.

Contrattilità

Volume di eiezione SV = (CO x 1000)/FC	60-100 ml/battito
ISV = SV/S. corp.	33-47 ml/battito/m^2
Indice del lavoro dell'eiezione ventricolare sinistra LVSWI = ISV (PAM-PAOP) x 0,0136	50-62 g/m^2/battito
Indice del lavoro dell'eiezione ventricolare destra RVSWI = ISV (media PA-PVC) x 0,0136	5-10 g/m^2/battito

CURVE DELLA FUNZIONE VENTRICOLARE

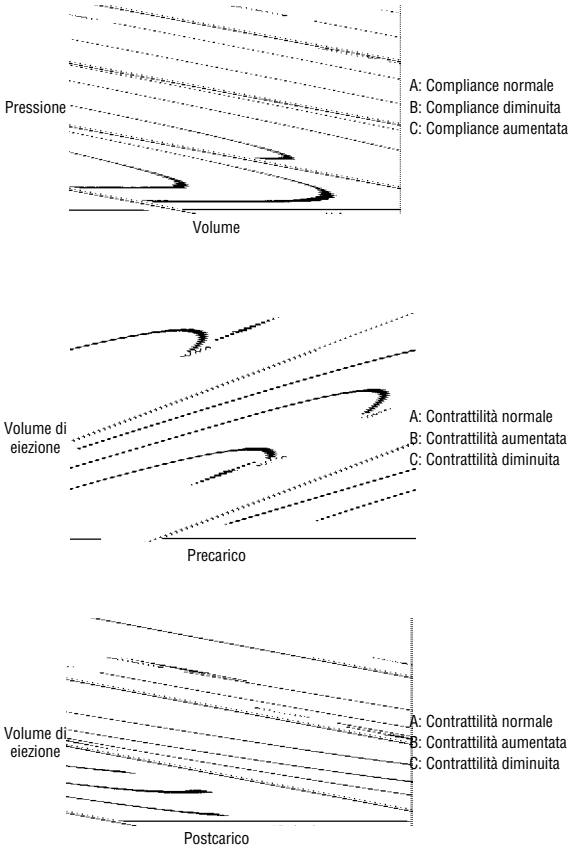
A: Contrattilità normale
B: Contrattilità aumentata
C: Contrattilità diminuita



Famiglia di curve della funzione ventricolare

La funzione ventricolare può essere rappresentata come una famiglia di curve. Le caratteristiche di prestazione del cuore possono passare da una curva all'altra, in base allo stato del precarico, postcarico, contrattilità o compliance ventricolare.

CURVE DELLA FUNZIONE VENTRICOLARE



Test della funzione polmonare

Definizioni:

Capacità polmonare totale (CPT): la quantità massima di aria nei polmoni alla massima inspirazione. (~5,8 l)

Capacità vitale (CV): la quantità massima di aria che può essere esalata dopo un' inspirazione massima. (~4,6 l)

Capacità respiratoria (CR): la quantità massima di aria che può essere inalata partendo da livelli di riposo dopo normale espirazione. (~3,5 l)

Volume di riserva inspiratorio (VRI): la quantità massima di aria che può essere inalata dopo una inspirazione normale durante la respirazione tranquilla. (~3,0 l)

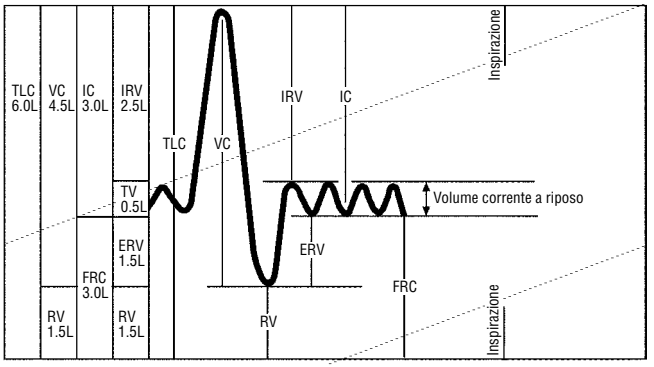
Volume di riserva espiratoria (VRE): la quantità massima di aria che può essere espirata a livello di riposo dopo una espirazione normale. (~1,1 l)

Capacità residua funzionale (CRF): la quantità di aria residua nei polmoni alla fine di una espirazione normale. (~2,3 l)

Volume residuo (VR): il volume di gas residuo nei polmoni dopo una espirazione massima. (~1,2 l)

Tutti i volumi e le capacità polmonari sono inferiori di circa il 20-25% nelle donne rispetto agli uomini.

SPIROGRAMMA NORMALE



Equilibrio di acido base

Analisi di gas ematici arteriosi

Le anomalie di acido base semplici possono essere divise in disordini metabolici e respiratori. I valori ottenuti dall' emogasanalisi consentono l' identificazione di quale alterazione sia presente.

Definizioni

Acido: Una sostanza in grado di donare ioni di idrogeno

Base: una sostanza in grado di accettare ioni di idrogeno

pH: il logaritmo negativo di concentrazione di ioni H^+

Acidemia: una condizione acida del sangue con pH < 7,35

Alcalemia: una condizione alcalina (base) del sangue con pH < 7,45

PCO_2: componente respiratoria

$PaCO_2$: Ventilazione normale 35-45 mmHg
Ipoventilazione > 45 mmHg
Iperventilazione < 35 mmHg

HCO_3: Componente metabolica
Equilibrio 22-26 mEq/l
Equilibro base da -2 a +2
Alcalosi metabolica > 26 mEq/l
Eccesso base > 2 mEq/l
Acidosi metabolica < 22 mEq/l
Deficit base < 2 mEq/l

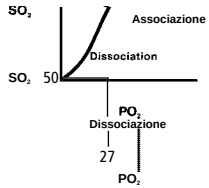
Valori normali di gas ematici

Componente	Arteria	Venoso
pH	7.40 (7.35 – 7.45)	7.36 (7.31 – 7.41)
PO_2 (mmHg)	80 – 100	35 – 45
SO_2 (%)	95 o >	60 – 80
PCO_2 (mmHg)	35 – 45	42 – 55
HCO_3 (mEq/l)	22 – 26	24 – 28
Eccesso/deficit base	-2 – +2	-2 – +2

Curva di dissociazione dell'ossiemoglobina

La curva di dissociazione dell'ossiemoglobina (CDO) illustra graficamente la relazione esistente tra la pressione parziale di ossigeno (PO_2) e la di saturazione di ossigeno (SO_2). La curva sigmoidale può essere divisa in due segmenti. Il segmento di associazione o porzione superiore della curva rappresenta l'assorbimento di ossigeno nei polmoni o nel lato arterioso. Il segmento di dissociazione è la porzione inferiore della curva e rappresenta il lato venoso, in cui l'ossigeno viene rilasciato dall'emoglobina.

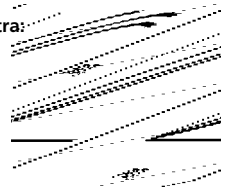
CURVA DI DISSOCIAZIONE DELL' OSSIEMOGLOBINA IN CONDIZIONI NORMALI



L'affinità dell'emoglobina per l'ossigeno è indipendente dalla relazione PO_2-SO_2. In condizioni normali, il punto in cui l'emoglobina è saturata in ossigeno al 50% e corrisponde a una PO_2 di 27 mmHg. Le alterazioni nell'affinità emoglobina-ossigeno produrranno cambiamenti nella curva di dissociazione dell'ossiemoglobina (CDO).

FATTORI CHE INFLUENZANO LO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DI DISSOCIAZIONE DELL' OSSIEMOGLOBINA

Spostamento verso sinistra:
Affinità aumentata
SO_2 più alto per PO_2
↑ pH, Alcalosi
Ipotermia
↓ 2-3 DPG



Spostamento verso destra:
Affinità diminuita
SO_2 più basso per PO_2
↓ pH, Acidosi
Ipertermia
↑ 2-3 DPG

L'importanza clinica dello spostamento della curva di dissociazione dell'ossiemoglobina sta nel fatto che i parametri di valutazione di SO_2 e PO_2 potrebbero non riflettere accuratamente lo stato clinico del paziente. Uno spostamento della curva verso sinistra potrebbe portare ipossia tissutale anche se i valori di saturazione sono normali o alti.

Equazioni di scambio gassoso polmonare

La valutazione della funzione polmonare è una fase importante nella determinazione delle condizioni cardiorespiratorie nel paziente critico. Specifiche equazioni possono essere usate per valutare lo scambio gassoso polmonare, per valutare la diffusione di ossigeno nell'unità capillare polmonare e per determinare la quantità di shunt intrapolmonare. L'alterazione di in uno di questi valori inciderà sul trasporto di ossigeno.

Equazione dei gas alveolari: PAO_2 è conosciuta come la PO_2 alveolare ideale ed è calcolata in base alla composizione di aria inspirata. $PAO_2 = [(PB - PH_2O) \times FiO_2] - PaCO_2 / 0,8$

Gradiente di ossigeno Alveolare-arterioso (Gradiente A-a oppure $P(A\text{-}a)O_2$)

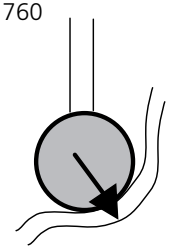
$P(A\text{-}a)O_2$: valuta la quantità di ossigeno diffuso nell'unità alveolo-capillare. Confronta l'equazione del gas alveolare con la pressione arteriosa parziale di ossigeno.

$[(PB - PH_2O) \times FiO_2] - PaCO_2 \times [FiO_2 + (1 - FiO_2) / 0,8] - (PaO_2)$

Normale: < 15 mmHg su aria della stanza

Normale: 60-70 mmHg su FiO_2 1,0

PB: pressione atmosferica a livello del mare: 760
PH_2O: pressione dell'acqua: 47 mmHg
FiO_2: frazione di ossigeno inspirato
$PaCO_2$: pressione parziale di CO_2
0,8: quoziente respiratorio (VCO_2/VO_2)



CALCOLO DEL GRADIENTE A-a

$$(\text{Pressione barometrica} - \text{Pressione vapore d'acqua}) \times FiO_2 \text{ del paziente} - \frac{PaCO_2}{0.8} - PaO_2 \text{ del paziente}$$

$$(760 - 47) \times 0,21 - \frac{40}{0.8} - 90$$

$$713 \times 0,21 - 50 - 90$$

$$99,73 - 90 = 9,73$$

Gradiente A-a $\cong$ 10

Presume la respirazione a livello del mare, su aria ambiente, con $PaCO_2$ di 40 mmHg e PaO_2 di 90 mmHg,

Shunt intrapolmonare

Lo shunt intrapolmonare (Qs/Qt) è definito come la quantità di sangue venoso che bypassa l'unità alveolo-capillare e non partecipa nello scambio di ossigeno. Di solito una piccola percentuale del flusso ematico drena direttamente nelle vene di Tebesio o pleurali che escono direttamente nelle sezioni sinistre del cuore. Questo viene considerato uno shunt anatomico o vero ed è approssimativamente di 1-2% in soggetti normali e fino a 5% in pazienti critici.

Lo shunt fisiologico o lo shunt capillare si verifica quando si presenta un collasso delle unità alveolari o altre condizioni in cui il sangue venoso non è ossigenato.

Esistono delle controversie sulla misurazione di Qs/Qt. Si dice che uno shunt vero si possa misurare accuratamente solo quando il paziente presenta FiO_2 di 1,0. Un mixing di sangue venoso che produca uno shunt fisiologico può essere determinato quando il paziente presenta FiO_2 di < 1,0. Per completare il calcolo, entrambe le determinazioni richiedono i valori di saturazione dell'arteria polmonare.

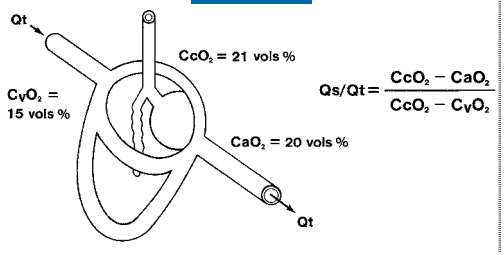
$$Qs/Qt = \frac{CcO_2 - CaO_2}{CcO_2 - CvO_2}$$

CcO_2 = contenuto di ossigeno capillare
$(1,38 \times Hgb \times 1) + (PAO_2 \times 0,0031)$

CaO_2 = contenuto di ossigeno arterioso
$(1,38 \times Hgb \times SaO_2) + (PaO_2 \times 0,0031)$

CvO_2 = contenuto di ossigeno venoso
$(1,38 \times Hgb \times SvO_2) + (PvO_2 \times 0,0031)$

QS/QT



ANATOMIA E FISIOLOGIA

L'indice di ventilazione perfusione (VQI) è stato descritto come una stima doppia dell'ossimetria dello shunt intrapolmonare (Qs/Qt).

I presupposti coinvolti nell'equazione sono:
1. La quota di ossigeno disciolto non viene tenuta in considerazione
2. 100% di saturazione del sangue polmonare alla fine del capillare
3. Le modifiche in Hgb non sono brusche

Le limitazioni di VQI comprendono:
1. VQI può essere calcolato solo se $SaO_2 < 100\%$
2. Scarsa concordanza con Qs/Qt se $PaO_2 > 99$ mmHg
3. Buona correlazione quando Qs/Qt > 15%

Derivazioni dell'equazione

$$Qs/Qt = \frac{100 \times [(1{,}38 \times Hgb) + (0{,}0031 \times PAO_2) - CaO_2)]}{[(1{,}38 \times Hgb) + (0{,}0031 \times PAO_2) - CvO_2)]}$$

$$VQI = \frac{100 \times [1{,}38 \times Hgb \times (1 - SaO_2 / 100) + (0{,}0031 \times PAO_2)]}{[1{,}38 \times Hgb \times (1 - SvO_2 / 100) + (0{,}0031 \times PAO_2)]}$$

Ossimetria doppia, semplifica l'equazione dello shunt

$$VQI = \frac{SAO_2 - SaO_2}{SAO_2 - SvO_2} = \frac{1 - SaO_2}{1 - SvO_2} \quad \textbf{o} \quad \frac{1 - SpO_2}{1 - SvO_2}$$

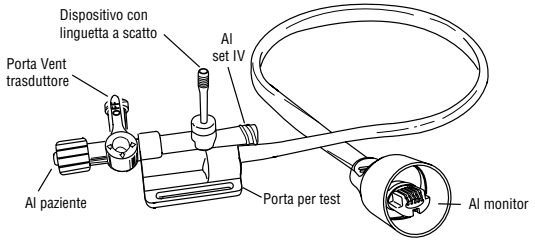
Monitoraggio di base

APPROCCIO AVANZATO AL PAZIENTE CRITICO
MEDIANTE DIDATTICA "SCIENCE-BASED"
DAL 1972

Monitoraggio della pressione fisiologica

Il monitoraggio della pressione è uno strumento fondamentale nell' armamentario del clinico che deve monitorare un paziente critico. I trasduttori di pressione monouso (DPT) convertono un segnale fisiologico meccanico (per es. pressione arteriosa, pressione venosa centrale, pressione arteriosa polmonare, pressione intracranica) in un segnale elettrico che viene amplificato, filtrato e visualizzato sul monitor al letto del paziente come forma d' onda e valori numerici in mmHg.

COMPONENTI DEL TRASDUTTORE DI PRESSIONE MONOUSO TRUWAVE



Componenti di un sistema di misurazione della pressione

- Catetere intravascolare
- Kit TruWave Edwards
  - Tubi per pressione non compliant
  - Rubinetti di arresto
  - Alloggiamento del trasduttore
  - Dispositivo di irrigazione da 3 ml/hr
  - Connessione cavi
  - Set di somministrazione del fluidi
- Soluzione fisiologica di irrigazione (500 o 1000 ml) (eparina secondo linee guida locali)
- Sacca di pressione per infusione (dimensioni idonee per la sacca con la soluzione di irrigazione)
- Cavo di pressione riutilizzabile specifico per il trasduttore TruWave e il monitor fisiologico accanto al letto
- Monitor fisiologico accanto al letto

L'osservazione delle migliori pratiche nella preparazione, calibrazione e manutenzione di un sistema con trasduttore di pressione fisiologico è cruciale per ottenere letture di pressione più accurate in base alle quali eseguire la diagnosi e gli interventi.

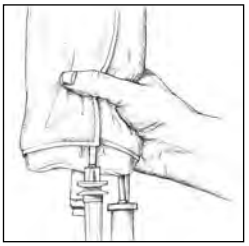
Migliori pratiche nella preparazione di un sistema di misurazione di pressione per il monitoraggio intravascolare

1. Lavarsi le mani.
2. Aprire la confezione del trasduttore di pressione monouso TruWave e controllarne il contenuto. Sostituire i tappi con tappi non dotati di apertura e assicurarsi che tutte le connessioni siano serrate.
3. Rimuovere il trasduttore TruWave dall'imballaggio e inserirlo sulla placca posteriore di montaggio Edwards Lifesciences posizionata sull'asta per fleboclisi.
4. Per svuotare di aria e per eseguire il priming della sacca di irrigazione IV e il trasduttore TruWave: capovolgere la sacca di soluzione salina (anticoagulazione in accordo con linee guida locali). Pungere la sacca per fleboclisi con il set di somministrazione fluidi, tenendo la camera di gocciolamento in posizione verticale. Con la sacca per fleboclisi capovolta, far fuoruscire delicatamente l'aria dalla sacca con una mano tirando il dispositivo con linguetta a scatto con l'altra mano fino a quando la sacca è vuota e la camera di gocciolamento è riempita al livello desiderato (½ o piena).

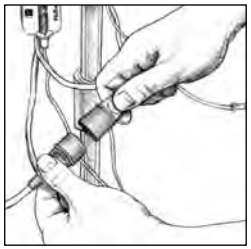
5. Inserire la sacca di irrigazione nella sacca di pressione per infusione (NON GONFIARE) e appenderla all'asta per fleboclisi ad almeno 60 cm.
6. Solo con la gravità (nessuna pressione sulla sacca di pressione), irrigare il trasduttore TruWave tenendo il tubo di pressione in posizione verticale mentre la colonna di fluido risale lungo il tubo, spingendo fuori l'aria tramite il tubo di pressione fino a

quando il fluido raggiunge la fine del tubo (l'irrigazione sotto pressione crea turbolenze e incrementa la presenza di bolle).

7. Pressurizzare la sacca di pressione fino a raggiungere 300 mmHg.
8. Irrigare velocemente il tubo del trasduttore picchiettando contemporaneamente sul tubo e sui rubinetti di arresto per rimuovere eventuali bolle.



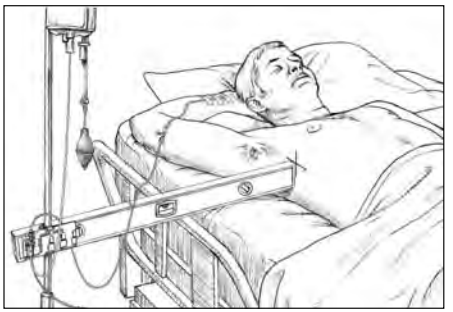
9. Collegare il cavo di pressione riutilizzabile compatibile con il monitor accanto al letto al trasduttore di pressione monouso e al monitor stesso.
10. Collegare il tubo al catetere arterioso, quindi aspirare e irrigare il sistema per assicurarsi che il catetere sia intravascolare e rimuovere le eventuali bolle.



11. Livellare il rubinetto di arresto appena sopra il trasduttore TruWave all'asse flebostatico.
12. Aprire il rubinetto di arresto all'aria atmosferica. Azzerare la pressione seguendo le istruzioni del monitor.
13. Ispezionare il tracciato della pressione sullo schermo del monitor accanto al letto per confermare la presenza di scala di pressione, impostazioni dell'allarme, denominazione della pressione, codifica in base ai colori e forma d'onda appropriati.

Metodo migliore per il livellamento e l' azzeramento di un sistema di trasduzione di pressione

1. Porre il rubinetto di pressione prossimale del trasduttore (connettore dotato di apertura) a livello della fonte di pressione. Il monitoraggio intravascolare dovrebbe essere a livello del cuore o dell'asse flebostatico (quarto spazio intercostale nel punto medio anteriore-posteriore del torace). In questo modo viene viene rimosso l' effetto della pressione idrostatica sul trasduttore di pressione.
2. Il livellamento dovrebbe essere eseguito con una livella da falegname o un livellatore a laser (livellatore laser PhysioTrac). Non è consigliabile il livellamento in base a una stima visiva in quanto non è affidabile e presenta una significativa variabilità tra i diversi operatori



3. L'azzeramento elimina gli effetti della pressione atmosferica e idrostatica.
4. Aprire il rubinetto di arresto di riferimento all'aria rimuovendo il tappo non dotato di apertura, mantenendo intatta la sterilità.
5. Dopo aver rimosso il tappo non dotato di apertura, chiudere il rubinetto di arresto verso il paziente.
6. Avviare la funzione "Azzeramento" sul monitor e confermare la forma d'onda della pressione e il valore numerico visualizzato di 0 mmHg.
7. Una volta raggiunto l'azzeramento, riportare il rubinetto di arresto connessione posta in comunicazione con l' aria e posizionare nuovamente il tappo.

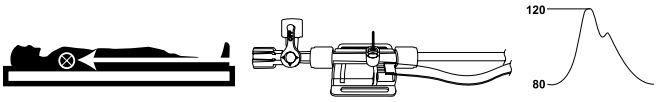
Metodo migliore per mantenere efficiente un sistema di trasduzione della pressione

- **Mantenere il livello del trasduttore:**
  Livellare nuovamente il trasduttore ogni volta che viene modificata l'altezza o la posizione del paziente rispetto al trasduttore.
- **Azzerare nuovamente il trasduttore:**
  Azzerare periodicamente il trasduttore della pressione fisiologica ogni 8-12 ore.
- **Controllare la pressione della sacca di infusione:**
  Mantenere una pressione di 300 mmHg per assicurare un flusso costante di soluzione di irrigazione e fedeltà del sistema.
- **Controllare il volume della sacca di irrigazione:**
  Cambiare < ¼ del volume totale per assicurare un flusso costante di soluzione di irrigazione e fedeltà del sistema.
- **Controllare l'integrità del sistema:**
  Assicurarsi che il sistema non presenti bolle che potrebbero presentarsi nel tempo, che i rubinetti di arresto siano allineati correttamente, che le connessioni siano serrate e che il catetere non sia piegato.
- **Controllare la risposta alla frequenza:**
  Verificare l'onda quadra ogni 8-12 ore per valutare se il sistema è sottoattenuato (under damping) o sovrattenuato (over damping).

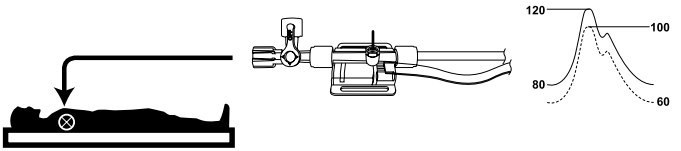
Impatto di un livellamento non corretto sulle letture della pressione

Le letture della pressione intravascolare possono presentare errori se non viene mantenuto il livellamento con l'asse flebostatico. La quantità di errori dipende dal grado del discostamento.

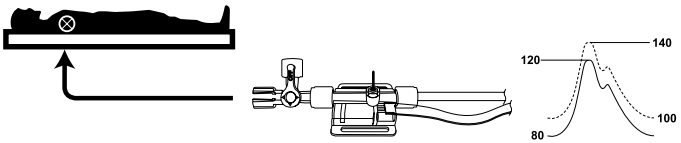
Per ogni 2,5 cm di discostamento del livello del cuore dal punto di riferimento del trasduttore, si avrà un errore di 2 mmHg



Cuore allineato con il trasduttore = 0 mmHg di errore



Cuore ad un livello inferiore di 25 cm rispetto al trasduttore = pressione erroneamente più bassa di 20 mmHg



Cuore ad un livello superiore di 25 cm rispetto al trasduttore = pressione erroneamente più alta di 20 mmHg

Fedeltè alla forma d'onda e risposta in frequenza ottimale

Tutti i trasduttori di pressione fisiologica sono attenuati. Un'attenuazione ottimale crea una forma d'onda e un valore visualizzato che è fisiologicamente corretto.

Un sistema di pressione fisiologica sovrattenuato (over damping) crea una pressione sistolica sottovalutata e una pressione diastolica sovrastimata.

Un sistema di pressione fisiologica sottoattenuato (under damping) crea una pressione sistolica sovrastimata e una pressione diastolica sottostimata.

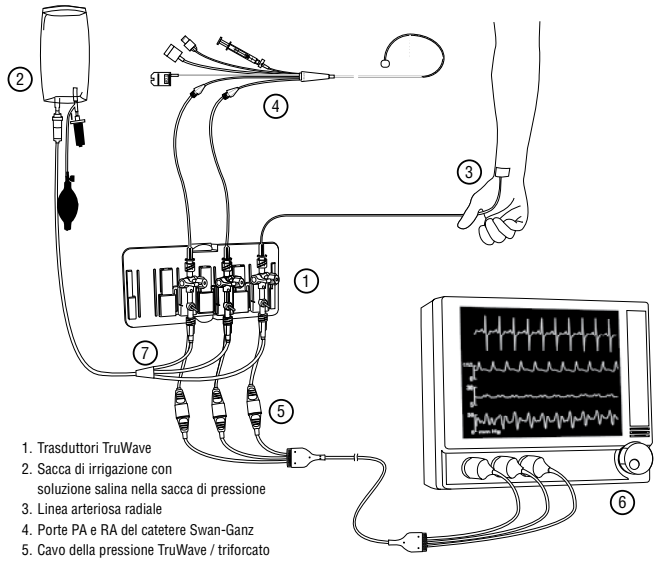
Può essere usata un test dell'onda quadra come metodo semplice per valutare la risposta di frequenza al letto del paziente.

Nota: per ulteriori informazioni ed esempi sulla verifica dell'onda quadra, vedere pagina 36.

Sistemi di monitoraggio della pressione

Lo schema identifica i componenti di un sistema di monitoraggio della pressione standard. Il catetere Swan-Ganz e il catetere arterioso Edwards possono essere collegati ad una linea di monitoraggio della pressione. Il tubo deve essere non compliante per trasmettere accuratamente le onde di pressione del paziente al trasduttore. Il trasduttore di pressione monouso viene mantenuto secondo le indicazioni del produttore una soluzione pressurizzata (300 mmHg). Un dispositivo di irrigazione integrale con un restrittore limita la portata di circa 3 ml/hr per adulti. Di solito, viene utilizzata come soluzione di lavaggio una soluzione salina eparinizzata con un range di eparina in un rapporto da 0,25 u/1 ml a 2 u/1 ml. La soluzione non eparinizzata è stata usata in pazienti sensibili all'eparina.

SISTEMA DI PRESSIONE



1. Trasduttori TruWave
2. Sacca di irrigazione con soluzione salina nella sacca di pressione
3. Linea arteriosa radiale
4. Porte PA e RA del catetere Swan-Ganz
5. Cavo della pressione TruWave / triforcato
6. Monitor
7. Linea di somministrazione del fluido triforcata

Determinazione della risposta dinamica

Il monitoriaggio ottimale della pressione richiede un sistema di rilevazione che riproduca accuratamente i segnali fisiologici che ad esso sono applicati. Le caratteristiche della risposta dinamica del sistema comprendono la frequenza naturale e il coefficiente di attenuazione (damping). Attivate il sistema di lavaggio rapido per eseguire una verifica dell'onda quadra per misurare la frequenza naturale e calcolare il rapporto di ampiezza.

Verifica dell'onda quadra

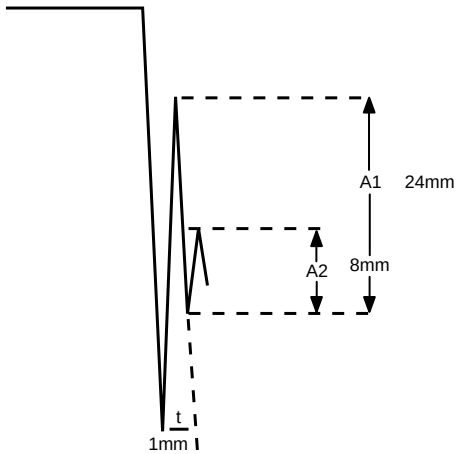
Attivare il sistema di irrigazione mediante pressione o trazione del dispositivo con linguetta a scatto. Osservare il monitor. La forma d'onda si solleva improvvisamente e si 'squadra' nella parte superiore. Osservare il tracciato mentre torna alla linea di base.

Calcolare la risposta naturale (fn)

Stimata dalla misurazione di una oscillazione completa (mm).

$$fn = \frac{\text{velocità della carta (mm/sec)}}{\text{oscillazione ampiezza/mm}}$$

RAPPORTO DI AMPIEZZA



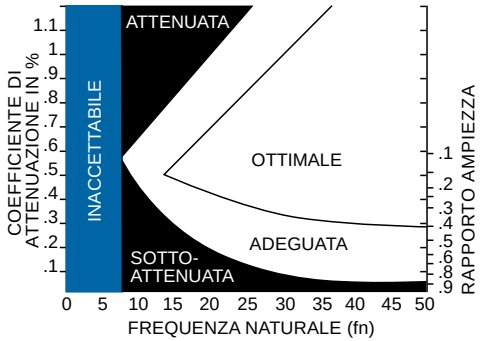
Determinazione del rapporto di ampiezza

Stimato dalla misurazione delle ampiezze di due oscillazioni consecutive per determinare il rapporto di ampiezza, A2/A1.

Tracciato per determinare il coefficiente di attenuazione

Tracciare la frequenza naturale (fn) sul rapporto di ampiezza per determinare il coefficiente di attenuazione. Il rapporto di ampiezza è sulla destra e il coefficiente di attenuazione sulla sinistra.

GRAFICO DELLA RISPOSTA DINAMICA



Semplice valutazione della risposta dinamica

La determinazione delle caratteristiche della risposta dinamica di un sistema di monitoraggio della pressione tramite il rapporto di ampiezza e il coefficiente di attenuazione può non essere possibile al letto del paziente quando è richiesta la valutazione rapida della forma d'onda. Una semplice valutazione della risposta dinamica può essere ottenuta verificando l'onda quadra e osservando le oscillazioni risultanti. Per eseguire questa valutazione in modo accurato, è richiesto un dispositivo di lavaggio che possa essere attivato rapidamente e quindi rilasciato. Un sistema di lavaggio che non si interrompa rapidamente in seguito all'attivazione (del tipo a strozzamento o a pressione) potrebbe non chiudere il restrittore rapidamente e produrre risultati errati.

Verifica dell'onda quadra

1. Attivare il dispositivo con linguetta a scatto a pressione o a trazione sul dispositivo di irrigazione.
2. Osservare l'onda quadra generata sul monitor.
3. Contare le oscillazioni che compaiono dopo l'onda quadra.
4. Osservare la distanza tra le oscillazioni.

Attenuazione ottimale:
1,5-2 oscillazioni prima di tornare al tracciato. I valori ottenuti sono accurati.

Sottoattenuato:
> 2 oscillazioni. Pressione sistolica sovra stimata, le pressioni diastoliche potrebbero essere sotto stimate.

Sovrattenuato:
< 1,5 oscillazioni. Sotto stima delle pressioni sistoliche, potrebbe non incidere sulla diastolica.

Tecniche di misurazione

Riferimento zero idrostatico

Per ottenere misurazioni di pressione accurate, il livello dell'interfaccia aria-fluido deve essere allineato con la camera o il vaso che si sta valutando.

L'asse flebostatico è stato definito come repere appropriato per le pressioni intracardiache. L'asse flebostatico è stato recentemente definito come il punto di incrocio tra il quarto spazio intercostale al punto medio tra la parete toracica anteriore e posteriore.

Le pressioni fisiologiche sono misurate in relazione alla pressione atmosferica. Quindi, il trasduttore deve essere azzerato in base alla pressione atmosferica per eliminarne l'impatto sulle letture. La pressione idrostatica si verifica quando il livello del rubinetto di azzeramento non è allineato con l'asse flebostatico.

L'asse flebostatico è usato per il monitoraggio della pressione intracardiaca e intra-arteriosa. Valori accurati possono essere ottenuti con il paziente in posizione supina e con il testa del letto sollevata da 45 a 60 gradi, purché il rubinetto di arresto azzerato sia allineato con l'asse flebostatico.

Punto medio
Parete toracica anteriore-posteriore

Monitoraggio intra-arterioso

Componenti del polso arterioso

Picco della pressione sistolica: inizia con l'apertura della valvola aortica. Questo riflette la massima pressione sistolica ventricolare sinistra e può essere denominata come braccio ascendente della curva.

Incisura dicrota: la chiusura della valvola aortica, segna la fine della sistole e l'inizio della diastole.

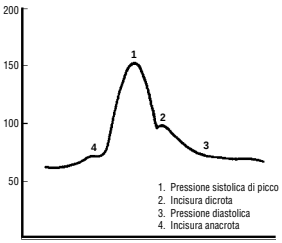
Pressione diastolica: si riferisce al livello di arretramento del vaso o alla entità di vasocostrizione in un sistema arterioso. Può essere denominata come tratto discendente.

Incisura anacrota: un incremento presistolico può essere individuato nella prima fase della sistole ventricolare (contrazione isovolumetrica). L' incisura anacrota si presenterà prima dell'apertura della valvola aortica.

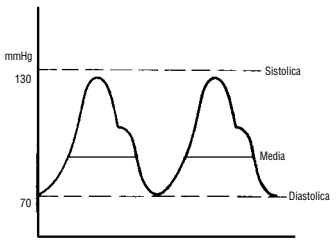
Pressione del polso: la differenza tra la pressione sistolica e diastolica.

Pressione arteriosa media: la pressione media nel sistema arterioso durante un ciclo cardiaco completo. La sistole richiede un terzo del ciclo cardiaco, la diastole ne richiede normalmente due terzi. La relazione temporale si riflette nell'equazione per calcolare PAM. PAM = PS + (2PD)/3

COMPONENTI DEL POLSO ARTERIOSO



PRESSIONE ARTERIOSA MEDIA



I monitor fisiologici accanto al letto usano diversi algoritmi per incorporare l'area sotto la curva e determinare la pressione media.

FORME D'ONDA ANOMALE DI PRESSIONE ARTERIOSA

Pressione sistolica elevata	Ipertensione sistemica Arteriosclerosi Insufficienza aortica
Pressione sistolica diminuita	Stenosi aortica Insufficienza cardiaca Ipovolemia
Pressione polso allargata	Ipertensione sistemica Insufficienza aortica
Pressione polso ridotta	Tamponamento cardiaco; Insufficienza cardiaca congestizia Shock cardiogeno Stenosi aortica
Pulsus bisferiens	Insufficienza aortica Cardiomiopatia ipertrofica ostruttiva
Polso paradosso	Tamponamento cardiaco; Malattia cronica ostruttiva delle vie respiratorie Embolia polmonare
Polso alternante	Insufficienza cardiaca congestizia Cardiomiopatia

Accesso venoso centrale

Tipi di dispositivi per accesso venoso centrale

Un catetere venoso centrale CVC è, per definizione, un catetere la cui punta risiede nella circolazione centrale. Esistono diversi tipi: tunnellizzato, non tunnellizzato/inserito per via percutanea, inserito perifericamente e impiantato. Ciò che segue si incentrerà sui cateteri venosi centrali non tunnellizzati/inseriti per via percutanea. I cateteri venosi centrali sono disponibili in configurazioni multiple per facilitare la stabilizzazione volemica, la somministrazione simultanea di più farmaci e il monitoraggio della pressione venosa centrale. Inoltre, i CVC sono costruiti con diversi materiali e rivestimento al fine di ridurre la trombogenicità e anche le infezioni ematiche catetere-correlate.

Cateteri a multilume: permettono di eseguire terapie multiple e monitoraggio attraverso un solo punto di accesso venoso e si trovano spesso in reparti di terapia intensiva. Sono spesso inseriti per infusioni intermittenti o continue di farmaci o fluidi e per la misurazione della pressione venosa centrale in modo intermittente o continuo. I cateteri a multilume sono usati per somministrare emoderivati, cristalloidi, colloidi, farmaci e terapie nutrizionali. L'aumento del numero di lumi con cateteri della stessa dimensione di diametro esterno (French) possono diminuire la singola dimensione del lume o aumentare incrementare il valore espresso in gauge disponibile diminuendo quindi il flusso potenziale attraverso il lume.

Introduttori: sono usati per dirigere e posizionare i cateteri intravascolari, in particolar modo i cateteri arteriosi polmonari (CAP), entro un determinato vaso. Possono essere lasciati in posizione per essere usati come accesso venoso centrale in seguito alla rimozione del CAP. Gli introduttori possono essere usati da soli come cateteri venosi centrali di grosso calibro per l' infusione rapida di liquidi

Dispositivi per accesso venoso avanzato (AVA): uniscono in un solo dispositivo la possibilità di disporre di un introduttore per l'inserimento di un catetere arterioso polmonare e di un catetere per l'infusione di fluidi.

Applicazioni dei dispositivi per accesso venoso centrale

- Somministrazione veloce di fluidi: per esempio, in caso di, o a rischio di elevate perdite ematiche.
  - Traumi multipli
  - Interventi ortopedici complessi
  - Chirurgia vascolare maggiore
  - Chirurgia addominale demolitiva
  - Rimozione della massa tumorale (debulking)
  - Sepsi
  - Ustioni
- Somministrazione di fluidi per fleboclisi che richiedono la diluizione all'interno della circolazione centrale per evitare danni vascolari (chemioterapia, nutrizione parenterale totale).
- Somministrazione di farmaci vasoattivi e/o incompatibili.
- Campionamento frequente di sangue (in pazienti privi di linea arteriosa) e/o terapie di somministrazione di sangue.
- Pazienti cronici nei quali l'accesso per la fleboclisi periferica è limitato o non disponibile.
- Monitoraggio della pressione venosa centrale (PVC) per la valutazione della volemia.
- Misurazione dei livelli di saturazione dell'ossigeno nel sangue che refluo al cuore ($ScvO_2$)
- Monitoraggio e accesso sia per l'inserzione del catetere arterioso prepolmonare che postpolmonare (stesso sito di inserzione).

Controindicazioni relative possono comprendere pazienti con:

- Sepsi ricorrente
- Stato di ipercoagulabilità dove i cateteri possono fungere da substrato per l' insorgenza di sepsi o la formazione di un trombo
- Cateteri con rivestimento in eparina dove i pazienti presentano ipersensibilità all'eparina

Complicanze

- Perforazione dell'arteria carotidea o cannulazione secondaria in prossimità della giugulare interna.
- Pneumotorace (raccolta di aria nello spazio pleurico che determina il collasso del polmone), l' approccio posteriore in vena giugulare interna (IJ) presenta una minore incidenza di pneumotorace rispetto a quello in succlavia o a quello anteriore basso (IJ). I pazienti con polmoni iperinflati (es. BPCO o PEEP) possono avere un rischio di pneumotorace elevato soprattutto con un approccio in vena succlavia.
- Emotorace (raccolta ematica nello spazio pleurico tale da collassare il polmone), secondario a puntura o lacerazione arteriosa
- Emorragia nel torace (emotorace, tamponamento) o dal punto di inserzione.
- Perforazione o lacerazione del dotto toracico.
- Embolia gassosa, rischio maggiore in pazienti che respirano spontaneamente (pressione negativa) contrariamente alla ventilazione meccanica (pressione positiva).
- Complicanze in situ; danni vascolari, ematoma, trombosi, disritmia, perforazione cardiaca, migrazione del catetere da SVC a RA, oppure extravascolare.

Riduzione delle complicanze

Riduzione delle infezioni del flusso ematico causate dal catetere:

- Igiene delle mani.
- Uso di clorexidina per l' asepsi delle mani.
- Camice e guanti sterili con cuffia e maschera.
- Precauzioni di barriera massimali fino al completamento della procedura.
- Selezione del sito ottimale per il catetere, con vene succlavie come sito di preferenza.

Riduzione della puntura/incannulazione non intenzionale della carotide e di punture multiple.

- Posizionamento eco-guidato del catetere venoso centrale.

Nota: la punta del catetere CVC non dovrebbe mai essere posizionata nell'atrio destro a causa del rischio di perforazione cardiaca risultante in un tamponamento.

Specifiche del catetere venoso centrale

Poliuretano (solitamente usato per il corpo del catetere):

- Forza di tensione, che permette la costruzine di una parete più sottile e di un diametro esterno più piccolo.
- Elevato grado di biocompatibilità, resistenza a attorcigliamenti e alla formazione di trombi.
- Capacità di ammorbidirsi all'interno del corpo.

Lumi e caratteristiche funzionali:

- La presenza di più lumi incrementa la funzionalità del catetere CVC per l'inserzione in un singolo sito.
- I cateteri a multilume possono essere più esposti a infezioni a causa dell'incremento dei traumatismi nel sito di inserzione, o perché la presenza di numerose connessioni aumenta la frequenza della manipolazione.
- I cateteri a lume quadruplo o triplo da 8,5 French (Fr) presentano più connessioni funzionali ma di solito hanno un lume più piccolo (calibro da 8,5 Fr 18/18/18/16 contro calibro da 8,5 Fr 15/14).
- I cateteri a doppio lume da 8,5 French (Fr) presentano lumi più grandi che sono utili per la rapida infuzione di liquidi ma presentano un limitato numero di connessioni funzionali (calibro da 8,5 Fr 18/18/18/15 contro calibro da 8,5 Fr 15/14).

Doppio lume da 8,5 Fr sezione trasversale del catetere

Quadruplo lume da 8,5 Fr sezione trasversale del catetere

Caratteristiche del flusso

- Determinato principalmente dal diametro interno e dalla lunghezza del catetere, ma anche dalla pressione del flusso (altezza dell'asta per fleboclisi o sacca di pressione per infusione) e dalla viscosità del fluido (es. cristalloidi vs. sangue).
- Il lume più ampio viene spesso usato per fluidi ad alta viscosità per aumentare il flusso (TPN e sangue).

Le portate sono di solito calcolate con una soluzione salina normale ad un'altezza di 101,6 cm.

Lunghezza

I cateteri venosi centrali sono disponibili in diverse lunghezze, le più comuni delle quali sono tra 15-20 cm. La lunghezza richiesta dipende dalla dimensione del paziente e dal sito di inserzione per raggiungere la posizione desiderata della punta del catetere a circa 2 cm prossimali all'atrio destro.

Soluzione per catetere in eccesso, morsetto

Quando il catetere viene posizionato con una lunghezza eccessiva tra la struttura di supporto e il sito di inserzione può essere usato un morsetto per ancorare e fissare il catetere al sito di inserzione. Questo previene lo spostamento del catetere dentro e fuori la pelle e diminuisce il rischio di infezioni.

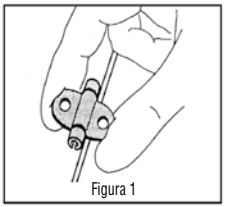


Figura 1

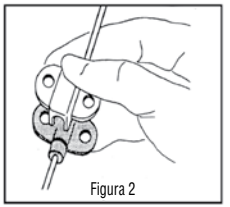


Figura 2

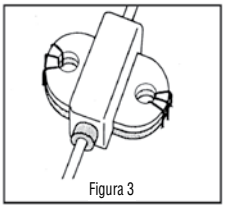


Figura 3

Designazione del lume e frequenze di infusione

DESIGNAZIONE DELLA VIA CVC

Distale (o calibro più grande)	Media	Prossimale
Somministrazione di sangue	TPN *o* farmaci	Somministrazione di farmaci
Fluidi ad alto volume		Campionamento di sangue
Somministrazione di colloidi		Terapia con farmaci
Terapia con farmaci		
Monitoraggio PVC		

*Questi sono solo suggerimenti.

DESIGNAZIONE DEL COLORE DELLA PORTA CVC

Porta	Doppia	Tripla	Quadrupla
Prossimale	Bianco	Bianco	Bianco
Media (1)	Blu	Blu	Blu
Media (2)			Grigio
Distale	Marrone	Marrone	Marrone

FREQUENZE DI INFUSIONE CVC

Cateteri Multi-Med in poliuretano a doppio e triplo lume da 7 Fr PRESTAZIONI MEDIE DELLA PORTATA			
Catetere	**Lunghezza 16 cm (ml/hr)**	**Lunghezza 20 cm (ml/hr)**	**Equivalenza calibro sezione trasversale**
Triplo lume			
Prossimale	1670	1420	18
Mediano	1500	1300	18
Distale	3510	3160	16
Doppio lume			
Prossimale	3620	3200	16
Distale	3608	3292	16

*Le portate medie indicate per infusione di soluzione salina, a temperatura ambiente e all'altezza di 101,6 cm.

Mitigazione dell'infezione

Rivestimento

Il rivestimento del catetere può comprendere il legame della superficie del catetere con agenti antimicrobici e/o antisettici per ridurre le infezioni causate da catetere e complicanze trombotiche. Il processo di legame dell'eparina ne è un esempio; altri agenti riportati nella letteratura comprendono gli antibiotici quali minociclina e rifampicina, o agenti antisettici come clorexidina e sulfadiazina d'argento.

Materiale antimicrobico per catetere Oligon

I materiali, in particolare i metalli, che sono antimicrobici in piccole quantità sono chiamati oligodinamici. Uno dei più potenti è l'argento, con la forma antimicrobica rappresentata da ioni d'argento. L'azione battericida degli ioni d'argento è efficace su un'ampio spettro di batteri, compresi i ceppi comuni che causano le infezioni e i ceppi più virulenti resistenti agli antibiotici. L'argento è stato usato in campo medico per decenni ed è stato impiegato nei farmaci ad uso sistemico prima dell'avvento degli antibiotici. Oggi, l'argento è usato di routine in pomate antibatteriche (sulfadiazina d'argento), per prevenire infezioni e cecità nei neonati (nitrato d'argento) e in dispositivi medici e cateteri.

I cateteri rivestiti con agenti antibiotici e antisettici hanno dimostrato, in trial clinici, di ridurre la frequenza di colonizzazioni del catetere e le infezioni ad esse associate, ma è importante ricordare che la trombocitopenia indotta da eparina e/o le allergie agli antibiotici usati sul catetere possono possono essere causa di eventi avversi nei pazienti.

Caratteristiche del catetere e degli accessori

- Punta morbida per evitare lesioni o perforazioni.
- Radiopaco per visualizzazione radiografica per determinare il posizionamento del catetere.
- Tacche di profondità su tutti i cateteri e fili guida.

Introduttori come linea centrale

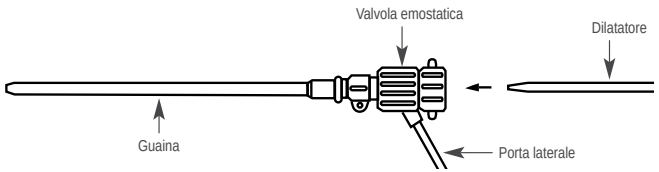
A volte, viene usato un introduttore come accesso venoso centrale quando è richiesto una rapida infusione di liquidi o viene lasciato in posizione in seguito alla rimozione di un catetere arterioso polmonare. I componenti di un sistema di introduzione di solito comprendono:

- Introduttore in poliuretano flessibile
- Filo guida e dilatatore
- Connessione laterale
- Valvola emostatica

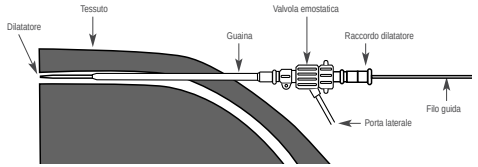
In seguito all'inserimento, il filo guida e il dilatatore vengono rimossi, lasciando l'introduttore in posizione. I fluidi possono essere somministrati tramite la porta laterale, mentre la valvola emostatica previene il reflusso di sangue e/o embolia gassosa.

Con l'introduttore può essere usato un catetere per infusione a singolo lume, posizionato attraverso la valvola emostatica (dopo aver tamponato la valvola con betadine), per creare un accesso a doppio lume. Dovrebbe essere usato un otturatore per occludere il lume in sicurezza e per prevenire l'entrata di aria quando il catetere non è in posizione.

VALVOLA EMOSTATICA AUTOMATICA



INTRODUTTORE PER VALVOLA TUOHY-BORST (INSERITO)



Catetere per infusione

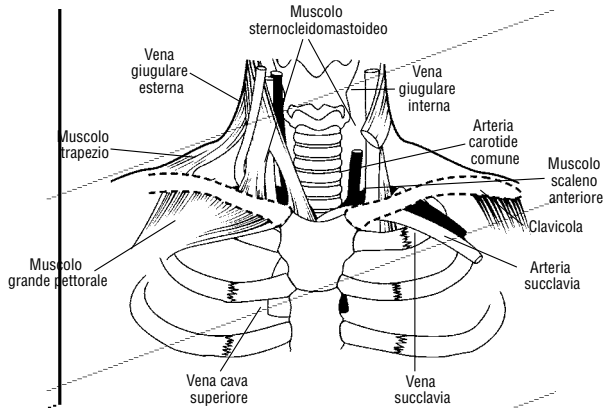
Il catetere per infusione è composto da due parti: un catetere per infusione e un mandrino. Quando viene rimosso il mandrino, il catetere per infusione permette l'accesso alla circolazione venosa centrale tramite un introduttore percutaneo. Il catetere per infusione è indicato per i pazienti che richiedono la somministrazione di soluzioni, campionamento di sangue e monitoraggio della pressione venosa centrale. Con il mandrino in posizione, il prodotto serve da otturatore per assicurare la conformità al brevetto della valvola e dell'introduttore.

CATETERE PER INFUSIONE

Siti di inserzione

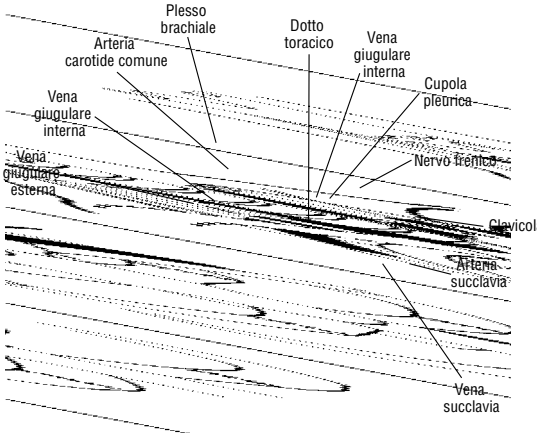
Di solito, i cateteri venosi centrali vengono inseriti attraverso le vene succlavia o giugulare interna (IJ). La vena succlavia inizia dal limite laterale della prima costola e si estende, sotto forma di arco, attraverso lo spazio che intercorre tra la prima costola e la clavicola. La vena si unisce alla giugulare interna per diventare la vena innominata (o brachiocefalica), e defluisce nella vena cava superiore fino al cuore. La vena succlavia può essere raggiunta per via infraclavicolare (sotto la clavicola) o sopraclavicolare (sopra la clavicola). Siti alternativi sono rappresentati dalla vena giugulare esterna e la vena femorale.

RAPPORTO TRA PUNTI DI REPERE CLAVEARI E STRUTTURE ANATOMICHE VASCOLARI



Notare la "finestra" naturale per la venipuntura sopraclavicolare: 1) triangolo sopraclavicolare formato dalla clavicola, il trapezio e i muscoli sternocleidomastoidei; 2) triangolo sternocleidomastoideo clavicolare formato da due rigonfiamenti del muscolo sternocleidomastoideo e dalla clavicola.

ILLUSTRAZIONE ANATOMICA DELLE RAGIONI ALLA BASE DELLE SCELTE DEL SITO PER GLI APPROCCI CLAVICOLARI



Notare la prossimità della struttura arteriosa e venosa. Le venipunture nella regione laterale della clavicola sono più esposte alla puntura arteriosa, lesioni del plesso brachiale e pneumotorace. Notare il dotto toracico prominente e l'apice superiore del polmone sulla sinistra e l'entrata perpendicolare della giugulare interna sinistra nella vena succlavia sinistra.

Posizionamento della punta del catetere

I cateteri venosi centrali dovrebbero essere inseriti in modo che la punta sia a circa 2 cm a monte dell'atrio destro (per l'approccio da destra) e posizionata in modo simile, o bene all'interno della vena anonima (per l'approccio da sinistra), con la punta parallela alla parete vascolare. In seguito all'inserzione, deve essere eseguita una radiografia toracica, in quanto è l'unico modo per vedere con esattezza la posizione della punta del catetere.

Il fattore più importante nella prevenzione delle complicanze è probabilmente la posizione della punta del catetere. Il pericardio si estende per una certa distanza in direzione cefalica lungo l'aorta ascendente e la vena cava superiore. Per garantire una posizione extra pericardica, la punta del catetere non dovrebbe essere fatta avanzare oltre la vena anonima o il segmento iniziale della vena cava superiore. (È importante notare che una porzione della vena cava superiore giace entro il pericardio.)

Alcuni medici potrebbero preferire un posizionamento nella vena cava superiore più profondo (entro il terzo inferiore della vena cava superiore), ma circa la metà della vena cava è coperta dalla piega pericardica che scivola verso il basso verso l'estremità laterale. Per evitare il rischio di aritmie e tamponamenti, la punta di un catetere CVC dovrebbe giacere sopra la piega e non nell'atrio destro.

Per assicurare che la punta del catetere non sia extra vascolare o contro una parete tenere presente quanto segue:

- L'aspirazione della siringa permette la libera circolazione del sangue.
- La pressione venosa fluttua con la respirazione.
- L'avanzamento del catetere è privo di ostacoli.

Monitoraggio della pressione venosa centrale

Le misurazioni della pressione venosa centrale (PVC) sono ampiamente usate sia in pazienti medici che chirurgici come guida semplice e facile alla terapia dei fluidi in seguito a emorragia, trauma accidentale o chirurgico, sepsi e condizioni di emergenza associati a deficit di volume di sangue.

I cateteri venosi centrali sono usati per misurare la pressione alla quale il sangue viene riportato all'atrio destro e per fornire una valutazione del volume intra ventricolare e della funzione del cuore destro. Le misurazioni della PVC rappresentano un monitoraggio utile nel caso in cui i vengano riconosciuti i fattori che incidono sulla pressione e ne siano comprese le limitazioni. Le misurazioni in serie sono più utili dei valori individuali, e la risposta della PVC all' infusione di un volume di liquidi prestabilito è un utile test di valutazione della funzione ventricolare destra. La PVC non fornisce indicazioni dirette del riempimento del cuore sinistro ma può essere usata come una stima semplice delle pressioni del lato sinistro in pazienti con una buona funzione ventricolare sinistra. Il precarico, o lo stato del volume del cuore, sono stati misurati come PVC o PAOP, per i ventricoli destro e sinistro, rispettivamente.

Tuttavia, molti fattori incidono sui valori PVC, per esempio, l'efficienza cardiaca, il volume ematico, il tono vascolare, il tono venoso intrinseco, l'aumento della pressione endoaddominale o endotoracica e la terapia vasocostrittiva. Quindi, l'uso della PVC per valutare sia il precarico che lo stato del volume del paziente può non essere affidabile.

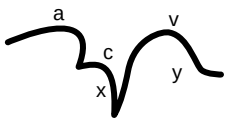
INTERPRETAZIONE DELLA PVC (RANGE PVC 2-6 MMHG)

PVC aumentata	PVC diminuita
Ritorno venoso aumentato dalle condizioni che causano l'ipervolemia	Ritorno venoso diminuito e ipovolemia
Funzione cardiaca depressa	Perdita di tono vascolare causato da vasodilatazione (sepsi) che contribuisce alla diminuzione della resistenza nel sistema venoso (pooling venoso) e riduce il ritorno di sangue al cuore
Tamponamento cardiaco	
Ipertensione polmonare	
PEEP	
Vasocostrizione	

Forma d' onda normale della PVC

Le forme d'onda visualizzate sul monitor riflettono gli eventi cardiaci. La forma d'onda PVC normale consiste di tre picchi (onde a, c e v) e due curve discendenti (x e y). L'*onda a* rappresenta la contrazione atriale e segue l'onda P sul tracciato ECG. Questo rappresenta il calcio atriale che carica il ventricolo destro proprio prima della contrazione. Mentre la pressione atriale diminuisce, si può vedere un'*onda c*, risultante dalla chiusura della valvola tricuspide. La *curva discendente x* rappresenta la diminuzione continua della pressione atriale. L'*onda v* rappresenta gli eventi atriali durante la contrazione ventricolare (riempimento atriale passivo) e segue l'onda T sul tracciato ECG. Quando la pressione atriale è sufficiente, si apre la valvola tricuspide e si verifica la *curva discendente y*. Quindi il ciclo si ripete.

ATRIO DESTRO



"a" = contrazione atriale

"c" = chiusura della valvola tricuspide

"v" = riempimento atriale passivo

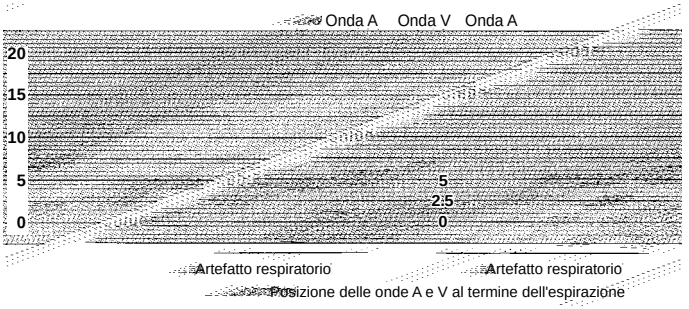
"x" = diastole atriale

"y" = svuotamento atriale

Il riconoscimento accurato di queste onde necessita che esse siano allineate ad un tracciato ECG. Mentre gli eventi meccanici seguono gli eventi elettrici, le forme d'onda possono essere identificate allineandole con gli eventi ECG.

FORMA D'ONDA 6-7

Letture di forme d'onda PVC con artefatti inspiratori spontanei



Nota: per maggior informazioni, vedere www.PACEP.org.

Note

Monitoraggio minimamente invasivo avanzato

CURA CRITICA AVANZATA

ATTRAVERSO DIDATTICA SU BASE SCIENTIFICA

DAL 1972

L'algoritmo del sistema FloTrac

Portata cardiaca in base alla pressione arteriosa

L'algoritmo del sistema FloTrac Edwards si basa sul principio che la pulse pressure aortica è proporzionale al volume di eiezione (SV) ed è inversamente correlata alla compliance aortica.

Deviazione standard della pressione aortica

All'inizio, l'algoritmo del sistema FloTrac valuta la pressione del polso usando la deviazione standard della pressione arteriosa (σ_{AP}) sul valore PAM, misurato in mmHg, rendendolo indipendente dagli effetti del tono vascolare. Questa deviazione standard del polso della pulse pressure è proporzionale al volume spostato o al volume di eiezione. Questo viene calcolato analizzando la forma d'onda della pressione arteriosa per 20 secondi a 100 volte al secondo, creando 2.000 punti di dati in base ai quali viene calcolato σ_{AP}.

Tradizionale: CO = FC * SV

Sistema FloTrac:

APCO = PR x (σ_{AP} * χ)

Dove χ = M (FC, σ_{AP}, C (P), S. corp., PAM, μ_{3ap}, μ_{4ap} . . .)

σAP = la deviazione standard della pulse pressure arteriosa in mmHg è proporzionale alla pressione del polso.

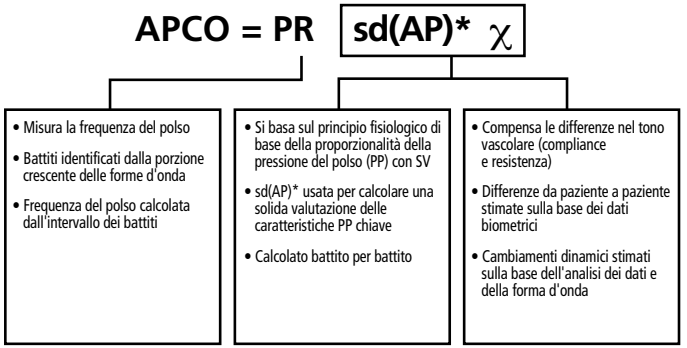
Khi(χ) = parametro a variabili multiple di graduazione proporzionale agli effetti del tono vascolare sulla pressione del polso

M = equazione polinomiale a più variabili.

S. corp. = area della superficie corporea calcolata dall'equazione di Dubois per l'area della superficie corporea.

PAM = pressione arteriosa media calcolata dalla somma dei valori dei punti della pressione campionati su 20 secondi e diviso per il numero dei punti della pressione.

μ = momenti statistici determinati dalla simmetria e dalla curtosi (picco appuntito) calcolate assieme a diverse derivate matematiche.


APCO = PR
sd(AP)* χ
• Misura la frequenza del polso
• Battiti identificati dalla porzione crescente delle forme d'onda
• Frequenza del polso calcolata dall'intervallo dei battiti
• Si basa sul principio fisiologico di base della proporzionalità della pressione del polso (PP) con SV
• sd(AP)* usata per calcolare una solida valutazione delle caratteristiche PP chiave
• Calcolato battito per battito
• Compensa le differenze nel tono vascolare (compliance e resistenza)
• Differenze da paziente a paziente stimate sulla base dei dati biometrici
• Cambiamenti dinamici stimati sulla base dell'analisi dei dati e della forma d'onda

Khi (χ) e la conversione di mmHg in ml/battito

La conversione della deviazione standard delle pressioni arteriose (mmHg) in ml/battito si calcola moltiplicandola per una fattore di conversione denominato *Khi*(χ). *Khi* è un'equazione polinomiale a più variabili che valuta l'impatto del tono vascolare in continuo cambiamento del paziente sulla pulse pressure. *Khi* è calcolato analizzando frequenza del polso del paziente, pressione arteriosa media, deviazione standard della pressione arteriosa media, compliance di vasi di grosse dimensioni come parametro derivato dai dati demografici del paziente, e simmetria e curtosi della forma d'onda arteriosa. *Khi* viene aggiornato e applicato all'algoritmo del sistema FloTrac su una media di 60 secondi.

- **Frequenza del polso:** la frequenza del polso del paziente viene calcolata contando il numero di pulsazioni in un periodo di 20 secondi ed estrapolato a un valore per minuto.
- **Pressione arteriosa media (PAM):** un incremento nella pressione media spesso indica un incremento nella resistenza, e vice versa.
- **Deviazione standard della pressione arteriosa (σ_{AP}):** la pressione del polso è proporzionale a σAP e al volume di eiezione. L'aumento o la diminuzione della deviazione standard fornisce inoltre informazioni sull'ampiezza della pressione. Quando questa ampiezza della pressione è correlata con la curtosi, compensa la compliance differenziale e la riflettanza dell'onda che varia da un distretto arterioso arteriosa ad un'altra. Questo permette quindi di monitorare la portata cardiaca da diversi distretti arteriosi.
- **Compliance del vaso di grandi dimensioni:** gli studi riportati da Langewouters hanno individuato una correlazione diretta tra età, sesso e PAM rispetto alla compliance aortica. Da questi studi è stata ricavata un'equazione che permette di stimare la compliance del paziente sulla base di età e sesso. Secondo Langewouters et al, la compliance arteriosa (C), come funzione della pressione, può essere stimata usando la seguente equazione:

$$C(P) = L \cdot \frac{\frac{A_{max}}{\pi \cdot P_1}}{1 + \left(\frac{P - P_0}{P_1}\right)^2}$$

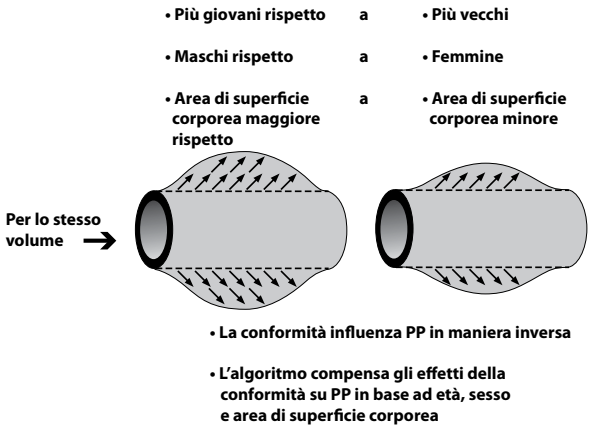
L = lunghezza aortica stimata

A_{max} = area massima della sezione trasversale dalla radice aortica

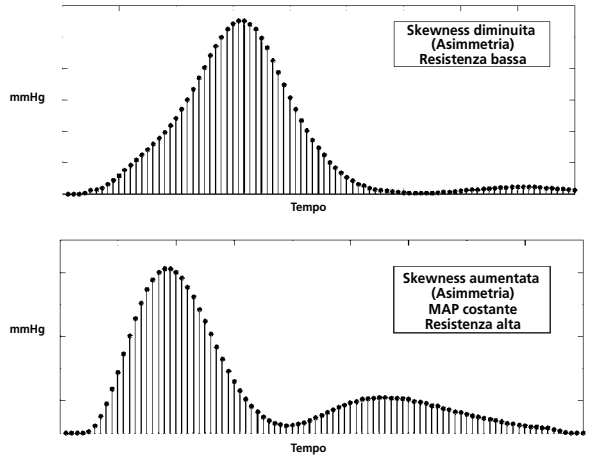
P = pressione arteriosa

P_0 = pressione alla quale la compliance raggiunge il valore massimo

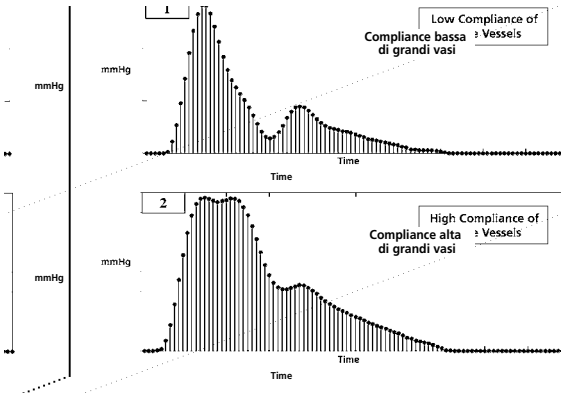
P_1 = ampiezza della curva di compliance a metà della compliance massima. Misurazioni ulteriori del peso e dell'altezza (S. corp.) sono inoltre state correlate al tono vascolare e aggiunte per migliorare il calcolo della compliance aortica.


• Più giovani rispetto a • Più vecchi
• Maschi rispetto a • Femmine
• Area di superficie corporea maggiore rispetto a • Area di superficie corporea minore
Per lo stesso volume
• La conformità influenza PP in maniera inversa
• L'algoritmo compensa gli effetti della conformità su PP in base ad età, sesso e area di superficie corporea

- **Simmetria (una misura della mancanza della simmetria, μ_{3ap}):** Le caratteristiche della simmetria sulla pressione arteriosa possono indicare un cambio nel tono vascolare e/o resistenza. Due diverse funzioni possono avere la stessa media e deviazione standard ma raramente presentano la stessa simmetria. Per esempio, una forma d'onda della pressione arteriosa nella quale i punti di dati aumentano velocemente durante la sistole e diminuiscono lentamente possono provocare un incremento nella vasocostrizione e nella simmetria.



- **Curtosi (una misura di come i punti di dati producono picchi appuntiti o piatti e sono distribuiti da una distribuzione normale, μ_{4ap}):** I dati della pressione con curtosi elevata presentano un aumento nella pressione e una diminuzione molto veloce relativamente alla pressione del polso normale e possono essere direttamente associati con la compliance di vasi grandi.
  1) Un valore di curtosi alto indicherà un picco appuntito vicino alla media, con una caduta successiva, seguita da una 'coda' pesante.
  2) Un valore di curtosi basso tende a indicare che la funzione è relativamente piatta nel punto in cui si presenta il picco e suggerisce una diminuzione del tono centrale, come si vede spesso, per esempio, nelle vascolarizzazione neonatale.



Khi (χ) mmHg a ml/battito

Prendendo in considerazione tutte queste variabili, l'algoritmo del sistema FloTrac valuta in continuo l'impatto del tono vascolare sulla pressione ogni 60 secondi. Il risultato dell'analisi è un fattore di conversione denominato *Khi* (χ). *Khi* viene quindi moltiplicato per la deviazione standard della pressione arteriosa per calcolare il volume di eiezione in millilitri per battito. Questo volume di eiezione viene moltiplicato per la frequenza del polso per ottenere la portata cardiaca in litri per minuto.

Volume di eiezione (ml/battito) = σ_{AP} (mmHg)* χ (ml/mmHg)

Non è necessaria la calibrazione manuale

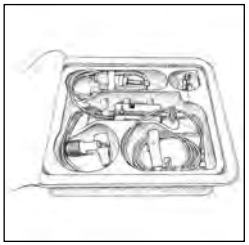
Altri dispositivi per la misurazione della portata cardiaca sulla base dell' analisi della pressione arteriosa (profilo del polso o forza del polso) richiedono la calibrazione in quanto non sono in grado di correggere automaticamente il tono vascolare in continuo cambiamento del paziente. Poiché l'algoritmo del sistema FloTrac regola continuamente il tono vascolare in continuo cambiamento del paziente, non richiede la calibrazione manuale. Come componente della calibrazione, *Khi* corregge automaticamente i cambiamenti nel tono vascolare tramite una complessa analisi della forma d'onda. Questa funzione elimina inoltre la necessità di una linea venosa centrale o periferica, richiesti nei metodi con indicatori di diluizione usati nella calibrazione manuale.

Considerazioni tecniche

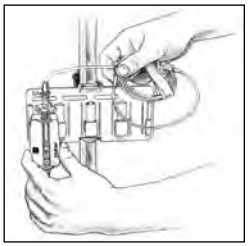
L'algoritmo del sistema FloTrac dipende dall'alta affidabilità del tracciato della pressione. È quindi importante utilizzare le migliori pratiche nel monitoraggio della pressione: innesco con la gravità, sacca di pressione mantenuta a 300 mmHg, adeguato volume della sacca di irrigazione per IV, rubinetto di arresto del sensore mantenuto a livello dell'asse flebostatica e test periodico per un'attenuazione ottimale con una verifica dell'onda quadra. Il kit del sensore FloTrac è configurato proprio per ottimizzare la risposta della frequenza; è quindi vivamente sconsigliata l'aggiunta di un tubo della pressione o di un rubinetto di arresto.

Impostazione del sensore FloTrac

1. Aprire la confezione del sensore FloTrac e ispezionare il contenuto. Sostituire tutti i cappucci con cappucci non provvisti di foro per assicurarsi che tutte le connessioni siano serrate.



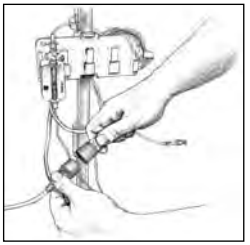
2. Rimuovere il sensore FloTrac dalla confezione e inserirlo nella piastra posteriore di montaggio Edwards Lifesciences che si trova su un'asta per fleboclisi.



3. **Per svuotare di aria e innescare la sacca di lavaggio per asta per fleboclisi e il sensore FloTrac:** Capovolgere la sacca di soluzione fisiologica (anticoagulazione come da prassi istituzionale). Iniettare la sacca per fleboclisi con il set di somministrazione fluidi, tenendo la camera di gocciolamento in posizione verticale. Con la sacca per fleboclisi capovolta, far fuoruscire delicatamente l'aria dalla sacca con una mano tirando il dispositivo con linguetta a scatto con l'altra mano fino a quando la sacca è vuota e la camera di gocciolamento è riempita per metà.

4. Inserire la sacca per asta per fleboclisi nella **sacca di pressione** e appenderla all'asta per fleboclisi **(non gonfiare).**
5. Solo con la gravità **(nessuna pressione nella sacca di pressione)**, irrigare il sensore FloTrac mantenendo il tubo di pressione in posizione verticale in quando la colonna di fluidi si solleva nel tubo, spingendo fuori l'aria dal tubo di pressione fino a quando il fluido raggiunge la fine del tubo.

6. Mettere sotto pressione la **sacca di pressione** fino a raggiungere 300 mmHg.



7. Lavare velocemente il sensore FloTrac e picchiettare sul tubo e sui rubinetti di arresto per rimuovere eventuali bolle.
8. Collegare il cavo di connessione **verde** FloTrac al connettore incappucciato **verde** sul sensore FloTrac. Quindi collegare l'estremità opposta del cavo al collegamento etichettato "FloTrac" nella parte posteriore del monitor Vigileo Edwards.
9. Collegare il cavo di pressione arteriosa del monitor accanto al letto al connettore del cavo **bianco** sul sensore FloTrac.
10. Collegare il tubo al catetere arterioso, quindi aspirare e irrigare il sistema per assicurarsi che non siano presenti bolle residue.
11. Livellare il sensore FloTrac all'asse flebostatico. **Nota: È importante mantenere sempre il sensore FloTrac a livello con l'asse flebostatico per assicurare l'accuratezza della portata cardiaca.**
    - Aprire il rubinetto di arresto all'aria atmosferica.
    - Evidenziare la parte superiore del **Quadro portata cardiaca** usando la manopola di navigazione sul monitor Vigileo. Selezionare **Azzera Pressione Arteriosa**, quindi selezionare e premere **Zero.**
    - **Azzerare** il canale arterioso sul monitor accanto al letto.

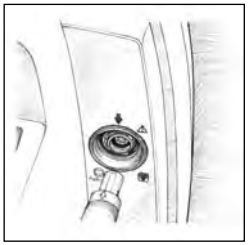
12. **La portata cardiaca verrà visualizzata entro 40 secondi e verrà quindi aggiornata ogni 20 secondi.**
13. Controllare il tracciato della pressione arteriosa sullo schermo del sistema di monitoraggio oppure sulla schermata di conferma della forma d'onda sul monitor Vigileo.

Impostazione e azzeramento del monitor Vigileo

1. Premere il pulsante ⊘ sul pannello anteriore per accendere il monitor Vigileo. Lo schermo visualizzerà il messaggio di avvio, indicando che è in corso un'**Autoverifica all'accensione (POST).**

2. Quando l'autoverifica è completata, devono essere immesse le informazioni relative al paziente (sesso, età, altezza e peso) prima di poter avviare il monitoraggio della portata cardiaca.

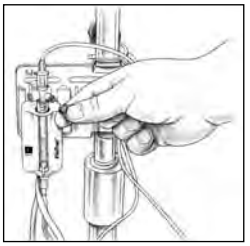
3. Usare la manopola di navigazione per selezionare e immettere i valori. Premere **Continua** per proseguire con la selezione e aprire la schermata **Pagina principale**.
4. Collegare il cavo di connessione FloTrac al connettore del cavo FloTrac nella parte posteriore del monitor Vigileo. Allineare le frecce nella parte superiore del connettore del cavo sul monitor alla freccia del cavo di connessione FloTrac.



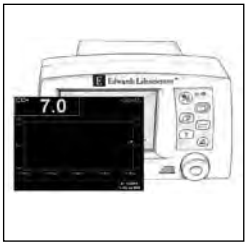
5. Collegare l'altra estremità del cavo FloTrac al sensore FloTrac di colore verde.
6. Ruotare la manopola di navigazione fino a che il **Quadro CO** sia delineato in giallo, quindi **premere** la manopola per aprire il menu CO.

7. Dal **Menu CO**, ruotare la manopola di navigazione fino a a quando viene evidenziata la funzione **Azzera pressione arteriosa**, quindi premere la manopola. Verrà visualizzata la schermata Azzera pressione arteriosa.

8. Aprire il sensore FloTrac all'aria atmosferica. Ruotare la manopola di navigazione sul monitor Vigileo su **Azzera** e premere la manopola. Selezionare **Indietro** per uscire dalla schermata. Chiudere il sensore FloTrac alla pressione atmosferica.



9. La portata cardiaca verrà visualizzata entro 40 secondi in seguito alla registrazione della pressione arteriosa sul sensore FloTrac.



Stroke Volume Variation

Andamento dei parametri dinamici

Il monitoraggio emodinamico può essere ottenuto in continuo o intermittente, usando sia i parametri statici sia i parametri dinamici. I parametri statici sono delle singole istantanee effettuate in specifici punti del ciclo cardiaco o respiratorio. I parametri dinamici dovrebbero mostrare una tendenza che permette di valutare i cambiamenti rapidi nello stato cardiovascolare nell' arco di brevi lassi di tempo. La tabella sottostante mostra esempi di parametri statici e dinamici usati per valutare lo stato volemico e la responsività al trattamento volemico. La variazione del volume di eiezione (SVV) è un parametro dinamico e un indicatore importante per la sensibilità del precarico in pazienti ventilati in modallità controllata.

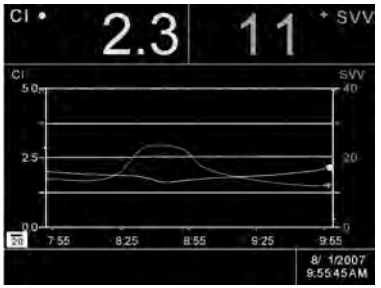
PARAMETRI EMODINAMICI PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DEL VOLUME E LA SENSIBILITÀ DEL FLUIDO.

Parametri statici	Parametri dinamici
Pressione arteriosa (NIBP)	Variazione della pressione sistolica (SPV)
Pressione arteriosa media (PAM)	Variazione della pulse pressure (PPV)
Pressione venosa centrale (PVC)	Variazione del volume di eiezione (SVV)
Pressione di occlusione dell'arteria polmonare (PAOP)	
Frequenza cardiaca	
Diuresi	

Vantaggi della valutazione dell' andamento della SVV con la portata cardiaca

I medici conoscono il ruolo vitale dell'equilibrio dei fluidi nei pazienti critici. Gli indicatori statici della pressione quali quelli descritti in precedenza potrebbero non essere sufficientemente sensibili per predire l'ipovolemia o una risposta del paziente alla somministrazione di liquidi. Invece, l' andamento dei parametri basati sul flusso come SVV e portata cardiaca forniscono assieme un'indicazione della responsività alla somministrazione di liquidi e un mezzo per verificare che i liquidi abbiano un effetto positivo per lo stato del paziente. Il più recente software del sistema FloTrac fornisce un'opzione per calcolare il trend di due parametri di flusso, compreso SVV.

SISTEMA FLOTRAC - SCHERMATE DI TREND SVV AVANZATE



SVV usa i calcoli del volume di eiezione del ventricolo sinistro dalla forma d'onda della pressione per eseguire un'analisi battito a battito durante durante il ciclo respiratorio. Numerosi studi hanno dimostrato la potenzialità di SVV per predire la sensibilità al carico volemico.

SVV è sempre più usata per determinare la responsività alla somministrazione di liquidi e per monitorare gli effetti della terapia volemica. La corretta ottimizzazione è legata al miglioramento dell' outcome del paziente comprese permanenze più brevi in ospedale e frequenza di morbidità inferiore. Di conseguenza, strumenti quali il sistema FloTrac, sono stati adottati per fornire un giudizio nell'ottimizzazione della terapia volemica, del flusso ematico e dell'apporto di ossigeno.

Il sistema FloTrac fornisce una comprensione dinamica usando un catetere arterioso già in sede. Il sistema comprende schermate di trend SVV avanzate che forniscono informazioni vitali e permettono di agire tempestivamente implementando il flusso di lavoro clinico.

SISTEMA FLOTRAC - SCHERMATE DI TREND SVV AVANZATE

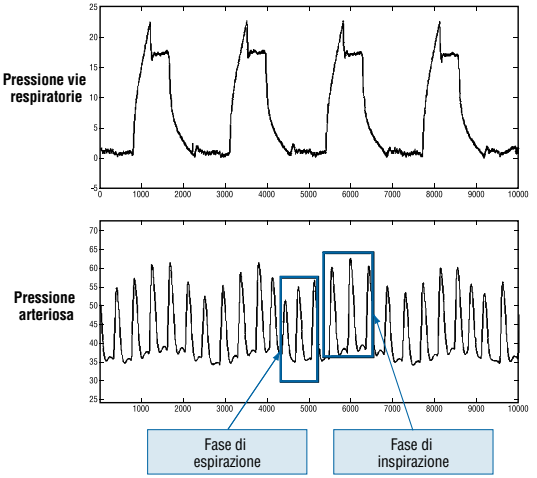
Uso dei liquidi per migliorare l'emodinamica

"La capacità della variabile SVV di prevedere la sensibilità a un carico di volume così limitato e la misurazione costante di SVV e SV sono della massima importanza clinica. . . La curva ROC (receiver-operating curve) dimostra inoltre la superiorità di SVV rispetto alla pressione sistolica come indicatore della responsività alla somministrazione di liquidi." Berkenstadt

Calcolo della variazione del volume di eiezione (SVV)

La variazione del volume di eiezione è un fenomeno naturale nel quale la pressione arteriosa del polso si riduce durante l'inspirazione e risale durante l'espirazione a causa dei cambiamenti nella pressione intratoracica secondari alla ventilazione a pressione negativa (respiro spontaneo). Le variazioni che superano i 10 mmHg sono denominate polso paradosso. Il range normale di variazione in pazienti in respirazione spontanea è di 5-10 mmHg.

Il polso paradosso inverso è lo stesso fenomeno con ventilazione meccanica controllata, tuttavia, al contrario. La pressione arteriosa sale durante l'inspirazione e scende durante l'espirazione a causa dei cambiamenti nella pressione intratoracica secondari alla ventilazione a pressione positiva. Inoltre, il polso paradosso inverso è anche chiamato polso paradossico, paradosso respiratorio, variazione della pressione sistolica e variazione della pulse pressure. Tradizionalmente, SVV è calcolata prendendo SV max-SV min / media SV su un ciclo respiratorio o altri lassi di tempo.



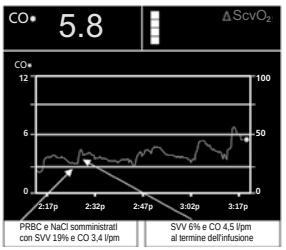
SVV e valutazione della risposta alla somministrazione di liquidi

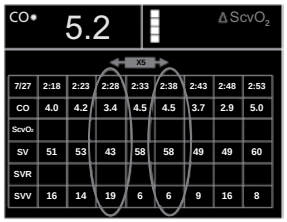
SVV e la relativa misurazione comparabile, variazione della pulse pressure (PPV), non sono indicatori dell'attuale precarico ma della risposta relativa ad un carico di liquidi. SVV ha dimostrato di avere un'elevata sensibilità e specificità quando confrontata con indicatori tradizionali di stato del volume (FC, PAM, PVC, PAD, PAOP) e la loro capacità di determinare la responsività al carico di liquidi. La seguente tabella di studi dimostra la sensibilità e la specificità SVV nel predire lla risposta a una carico di liquidi in confronto a un volume definito e a precisi criteri di definizione di paziente responsivo ai fluidi.

Studio	Pazienti	Volume	Volume corrente ml/kg	Parametri testati (arteria)	R^2	Def. di risposta	Sensibilità	Specificità
Michard	Sepsi	500 ml	8-12	Δ PP (R o F)	0,85	Δ CO ≥ 15%	94	96
Berkenstadt, et al	Neuro-chirurgia	100 ml	10	Δ SVV	0,53	Δ SV ≥ 5%	79	93
Reuter, et al	Cardiaco	10 x BMI	10	Δ SVV	0,64	Δ SV ≥ 5%	79	85

Applicazione di SVV

I valori SVV normali sono inferiori al 10-15% nel paziente in ventilazione meccanica controllata. Le seguenti immagini dimostrano l'uso di SVV come guida per la stabilizzazione volemica avente come obiettivo una SVV < 13%. SVV è aumentata al 19% con un volume di eiezione (SV) di 43 ml/battiti, ed erano stati somministrati sangue e soluzione fisiologica normale per ottenere una SVV di 6% e un SV di 58 ml/battito.





Limitazioni potenziali della SVV

- Ventilazione meccanica
  Attualmente, la letteratura supporta l'uso di SVV solo in pazienti ventilati meccanicamente (modalità controllata) al 100% con volumi corrente superiori a 8 cc/kg e frequenze respiratorie fisse.
- Ventilazione spontanea
  Attualmente, la letteratura non supporta l'uso di SVV in pazienti che respirano spontaneamente a causa della natura irregolare della frequenza e dei volumi corrente.
- Aritmia
  Le aritmie possono incidere drammaticamente sui valori SVV. Pertanto, l' utilità della SVV come guida per la stabilizzazione volemica è massima in assenza di aritmie.

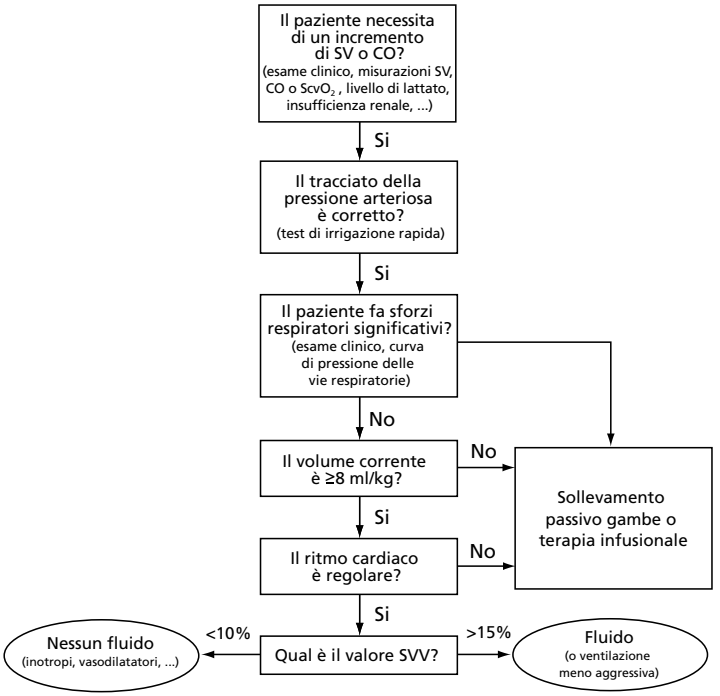
Effetti di un intervento su SVV

- PEEP
  L'aumento dei livelli di pressione espiratoria positiva finale (PEEP) può provocare un aumento nella SVV, e gli effetti possono essere corretti con un' ulteriore somministrazione di liquidi, se necessario.
- Tono vascolare
  Gli effetti della terapia con farmaci vasodilatatori possono aumentare la SVV. Questi effetti dovrebbero essere presi in considerazione prima del trattamento con un' ulteriore somministrazione di liquidi.

Sommario

Quando usata tenendo conto delle sue limitazioni, SVV è uno strumento sensibile che può essere usato per gestire accuratamente il precarico del paziente per raggiungere DO_2 ottimale e per contribuire all'ottimizzazione della somministrazione di liquidi. SVV è un parametro disponibile con il sensore FloTrac e il monitor Vigileo.

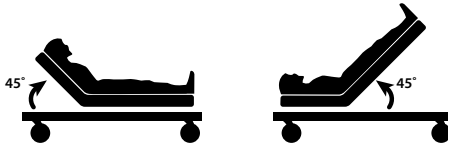
Algoritmo SVV del sistema FloTrac/Vigileo


Il paziente necessita di un incremento di SV o CO?
(esame clinico, misurazioni SV, CO o $ScvO_2$, livello di lattato, insufficienza renale, ...)
Si
Il tracciato della pressione arteriosa è corretto?
(test di irrigazione rapida)
Si
Il paziente fa sforzi respiratori significativi?
(esame clinico, curva di pressione delle vie respiratorie)
No
Il volume corrente è ≥8 ml/kg?
No
Sollevamento passivo gambe o terapia infusionale
Si
Il ritmo cardiaco è regolare?
No
Si
Qual è il valore SVV?
<10%
Nessun fluido
(inotropi, vasodilatatori, ...)
>15%
Fluido
(o ventilazione meno aggressiva)

Modificato da Michard. Anesthesiology 2005;103:419-28.

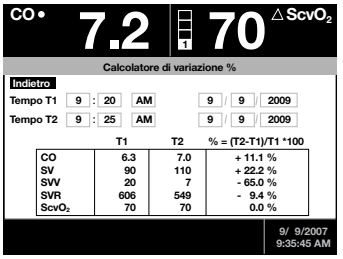
Test di riempimento volemico e sistema FloTrac/Vigileo

Manovra di sollevamento passivo delle gambe (PLR)



I pazienti che sono responsivi ad un aumento del precarico di solito vedranno gli effetti massimi entro 30-90 secondi e raggiungeranno un aumento di 10-15% del SV. Un PLR che induca un aumento del volume di eiezione maggiore del 10% è in grado di predire anche un aumento dello SV indotto dalla carico volemico maggiore del 15% con una sensibilità e specificità molto elevate.

1. Il paziente è in posizione semidistesa (testa sollevata di 45°) o in posizione supina.
2. Prendere nota del tempo SV-T1 del sistema FloTrac sul calcolo del cambio in percentuale.
3. Reclinare simultaneamente la testa e/o elevare i piedi (piedi sollevati di 45°).
4. Attendere 1 minuto.
5. Prendere nota del tempo SV-T2 del sistema FloTrac sul calcolo del cambio in percentuale.
6. Aumento di SV % > 10-15% = sensibilità precarico.
7. Aumento SV % < 10-15% ≠ sensibilità precarico.
8. Ripetere come necessario.



Punti critici o limitazioni

Quando si esegue la manovra di sollevamento passivo delle gambe (PLR) in presenza di altre patologie quali danni neurologici, è necessario tenere presente le conseguenze di tale pratica prima di iniziare la manovra. I pazienti dove i carichi volemici rappresentano un rischio maggiore (ALI, ARDS, ARF), dovrebbero essere gestiti con un aumento in percentuale di PLR che superi chiaramente il 15%. Nei casi in cui il precarico attuale "utilizzabile" è limitato dalla vasocostrizione associata con l'ipovolemia o lo shock cardiogenico, possono essere valutati gli indicatori tradizionali del precarico (PVC, EDV) oppure prendere in considerazione un carico volemico.

Manovra di carico volemico con sistema FloTrac/Vigileo

Eseguire un carico volemico con un volume noto (250- 500 ml) e annotare i cambiamenti in percentuali:

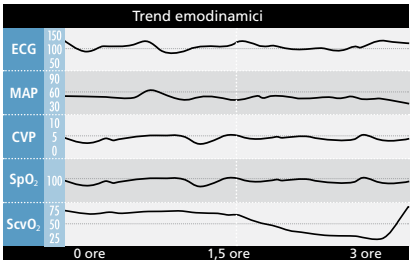
1. Prendere nota del tempo SV-T1 del sistema FloTrac sul calcolo del cambio in percentuale.
2. Infondere un bolo di f 250-500 ml.
3. Prendere nota del tempo SV-T2 del sistema FloTrac sul calcolo del cambio in percentuale.
4. Se SV% aumenta +> 10-15% = responsivo all' aumento del precarico.
5. Prendere in considerazione fluidi aggiuntivi.
6. Ripetere la manovra di cacico volemico del sistema FloTrac/Vigileo.
7. Se SV% è < 10-15% ≠ sensibilità precarico = arresta fluidi.

Fisiologia e Applicazioni Cliniche dell' Ossimetria Venosa

Fisiologia e Ossimetria Venosa

È essenziale mantenere l'equilibrio tra trasporto di ossigeno (DO_2) e consumo di ossigeno (VO_2) ai tessuti per l'omeostasi cellulare e per prevenire l'ipossia tissutale e la conseguente insufficienza d' organo. I parametri di monitoraggio tradizionale (frequenza cardiaca, pressione arteriosa, PVC e SpO_2) si sono dimostrati indicatori di scarsa qualità per l'il trasporto di ossigeno e secondari rispetto ai meccanismi compensatori. Inoltre, i pazienti hanno dimostrato continui segni di ipossia tissutale (aumento di lattato, basso $ScvO_2$) anche se sono stati rianimati con il raggiungimento di parametri vitali.

$ScvO_2$ = SEGNALI PRECOCI E PREVENZIONE



In questo caso, i tradizionali parametri di monitoraggio non allertano i medici del tamponamento cardiaco

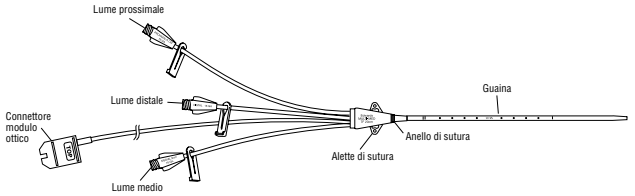
L'ossimetria venosa in continuo con fibre ottiche è uno strumento importante per il monitoraggio dell'equilibrio tra apporto di ossigeno e consumo di ossigeno. L'ossimetria venosa in continuo è un indicatore sensibile in tempo reale di questo equilibrio, e può essere applicato come indicatore globale o locale. La saturazione di ossigeno venosa mista (SvO_2) e la saturazione di ossigeno venoso centrale ($ScvO_2$) sono i valori più comunemente monitorati. SvO_2 riflette il vero equilibrio globale tra apporto di ossigeno e consumo di ossigeno, poiché è misurata nell'arteria polmonare, in cui il sangue venoso di ritorno al cuore destro dalla vena cava superiore (VCS), vena cava inferiore (VCI) e seno coronario (SC) si sono mescolati. SvO_2 è

stato studiato a fondo e usato clinicamente per monitorare l'equilibrio globale tra DO_2 e VO_2. Il monitoraggio di SvO_2 è disponibile sin dagli anni '70 tramite analisi di laboratorio per co-ossimetria mentre dagli anni '80 attraverso il monitoraggio tramite fibre ottiche in continuo con cateteri arteriosi polmonari dalla tecnologia avanzata.

Il monitoraggio di $ScvO_2$ in continuo con fibre ottiche è disponibile dal 2003 su una piattaforma di catetere venoso centrale da 8,5 Fr (catetere PreSep Edwards). Con la punta del catetere venoso centrale PreSep posizionato nella vena cava superiore (SVC), $ScvO_2$ può essere misurata e visualizzata sia sul monitor Vigileo sia sul monitor Vigilance Edwards. Questa funzionalità è disponibile anche in cateteri venosi centrali per ossimetria da 4,5 e 5,5 Fr (catetere PediaSat Edwards) per uso pediatrico.

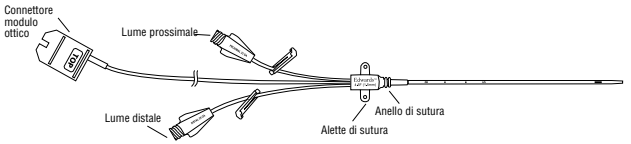
CATETERE PER OSSIMETRIA PRESEP

Calibro 18/18/16 da 8,5 Fr 20 cm con materiale antimicrobico Oligon*



CATETERE PER OSSIMETRIA PEDIASAT

Calibro 20/23 da 4,5 Fr 5 cm



** I cateteri per ossimetria PreSep Oligon contengono il materiale antimicrobico Oligon integrato. L'attività del materiale antimicrobico è limitata alle superfici del catetere e non è intesa per il trattamento di infezioni sistemiche. Questa prova in vitro ha dimostrato che il materiale Oligon è in grado di offrire un livello di efficacia ad ampio spettro (≥ riduzione di 3 log entro 48 ore rispetto alla concentrazione iniziale) sugli organismi testati: Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Klebsiella pneumoniae, Enterococcus faecalis, Candida albicans, Escherichia coli, Serratia marcescens, Acinetobacter calcoaceticus, Corynebacterium diptheriae, Enterobacter aerogenes, GMRSa, Pseudomonas aeruginosa, Candida glabrata e VRE (Enterococcus faecium).*

Differenza tra SvO_2 e $ScvO_2$

Su SvO_2 e $ScvO_2$ incidono i medesimi quattro fattori (portata cardiaca, emoglobina, ossigenazione e consumo di ossigeno) e seguono il medesimo trend dal punto di vista clinico, e sono considerati intercambiabili clinicamente. Esistono delle eccezioni quando si calcolano i profili fisiologici globali che usano SvO_2, quali VO_2.

SvO_2 è un indicatore globale dell'equilibrio tra DO_2 e VO_2 dal momento che è espressione di di tutto il sangue venoso; VCI, VCS e SC. $ScvO_2$ è un' espressione locale (testa e parte superiore del corpo) di quell'equilibrio. In circostanze normali $ScvO_2$ è leggermente inferiore a SvO_2 in parte a causa del mescolarsi del sangue e della quantità di sangue venoso di ritorno. In pazienti emodinamicamente instabili, questa relazione cambia con $ScvO_2$ che supera SvO_2 di circa il 7%. Questa differenza può essere più maggiore in condizioni di shock, fino al 18%, ma i valori mostrano un trend congiunto il più del 90% delle volte.

Ossimetria venosa globale

SvO_2: ossimetria venosa mista

Ossimetria venosa locale

$ScvO_2$: testa ed estremità superiori del corpo
$SpvO_2$: ossimetria venosa periferica

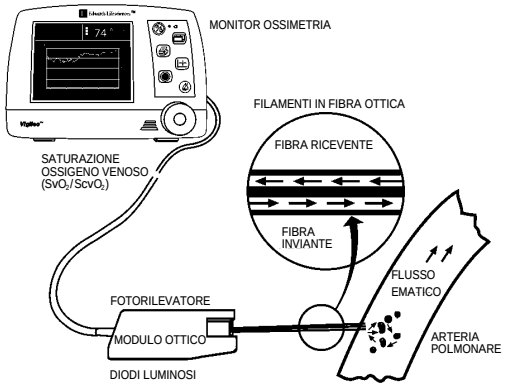
Ossimetria venosa specifica per un organo

$SjvO_2$: ossimetrica del bulbo giugulare del cranio
$ShvO_2$: ossimetria venosa epatica
$ScsO_2$: ossimetria del seno coronario

Tecnologia di monitoraggio $ScvO_2$ in continuo

Tutte le ossimetrie venose sono misurate tramite la spettrometria a riflessione. Il raggio di luce viene emesso da un LED attraverso due canali a fibra ottica nel sangue venoso; alcuni di questi raggi vengono riflessi all'indietro e ricevuti da un altro canale a fibra ottica, e vengono letti da un fotorilevatore. La quantità di luce assorbita dal sangue venoso (o riflessa all'indietro) è determinato dalla quantità di ossigeno che è saturato o legato all'emoglobina. Questa informazione viene elaborata dal monitor per ossimetria, quindi aggiornato e visualizzato ogni due secondi sul monitor sottoforma di percentuale.

SISTEMA PER OSSIMETRIA VENOSA TRAMITE FIBRE OTTICHE



Accuratezza della misurazione della ScvO2 in continuo mediante fibre ottiche Edwards in confronto alla co-ossimetria

In laboratorio l'accuratezza del monitoraggio dell'ossimetria venosa tramite fibre ottiche è di circa ± 2% in un range di ossimetria di 30-99% confrontata con la co-ossimetria. Con saturazioni di ossigeno da 9% a 100%, i risultati dei sistemi per ossimetria tramite fibre ottiche sono correlati in modo significativo ($P < 0,0001$) con un sistema di co-ossimetria standard ($r = 0,99$). Le misurazioni di confronto in ambito hanno inoltre mostrato un rapporto significativo ($Pr = 0,94$, $P < 0,001$) e una stretta relazione lineare come determinato dall'analisi della regressione ($r^2 = 0,88$, $P < 0,001$). La differenza tra le medie (bias) era - 0,03% con ± 4,41% di precisione, secondo gli studi di Liakopoulos et al.

Interferenza con le letture di $ScvO_2$

Problemi tecnici e interventi terapeutici possono incidere sulle fibre ottiche. Sia il lume distale grande che il gruppo ottico che invia/riceve le fibre ottiche risiedono nella punta del catetere. Quindi, se la punta è posizionata sulla parete vascolare, la posizione della punta potrebbe incidere sull'indice di qualità del segnale (IQS) e sulle letture. Anche i fluidi infusi tramite il lume distale possono incidere sull'indice di qualità del segnale e sulle letture (per es., liquidi come TPN e propofol, coloranti verde e blu e infusioni di cristalloidi ad elevate portate). Il piegamento del catetere può inoltre risultare in un elevato IQS.

MONITORAGGIO MINIMAMENTE INVASIVO AVANZATO

Interpretazione dei valori dell' Ossimetria Venosa (SvO2 e ScvO2)

I range dei valori normali per SvO_2 sono 60-80% e 70% per $ScvO_2$. In pazienti critici $ScvO_2$ è di solito intorno al 7% superiore a SvO_2. Valori ossimetrici bassi di solito indicano uno scarso apporto di ossigeno (DO_2) o un incremento del consumo (VO_2). Livelli significativamente elevati (> 80%) possono indicare:

- Bassa richiesta metabolica
- Incapacità di utilizzare l'ossigeno fornito ai tessuti (sepsi)
- Portata cardiaca significativamente alta
- Shunt di sangue ossigenato attraverso il tessuto
- Errori tecnici

Quando il cambiamento è significativo

I valori $ScvO_2$ e SvO_2 non sono statici e fluttuano di circa ± 5%. Questi valori possono mostrare cambiamenti significativi con attività o interventi quali le procedure di apsirazione; tuttavia, i valori dovrebbero migliorare entro pochi secondi. Un lento miglioramento è un segno negativo e indica che il sistema cardiopolmonare fatica a rispondere ad un aumento improvviso di richiesta di ossigeno. Quando $ScvO_2$ è sottoposta a monitoraggio, i medici dovrebbero prestare attenzione a cambiamenti di ± 5-10% sostenuti per più di 5 minuti e quindi ricercare ciascuno dei quattro fattori che incidono su $ScvO_2$:

- Portata cardiaca
- Emoglobina
- Saturazione di ossigeno arterioso (SaO_2) e
- Consumo di ossigeno

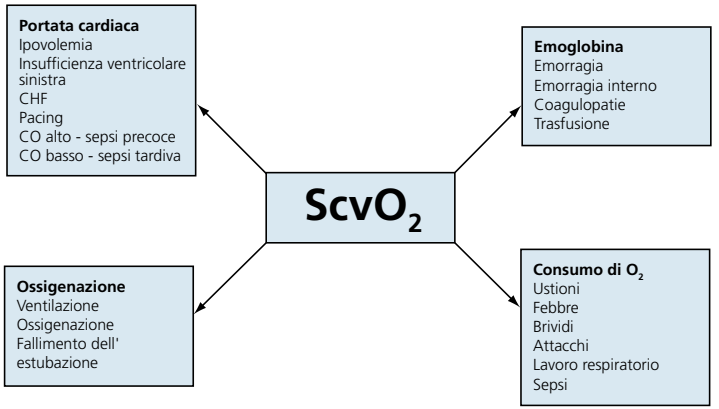
I primi tre sopra indicati sono indicatori di DO_2, mentre il quarto è un indicatore di VO_2.

Applicazioni cliniche di $ScvO_2$

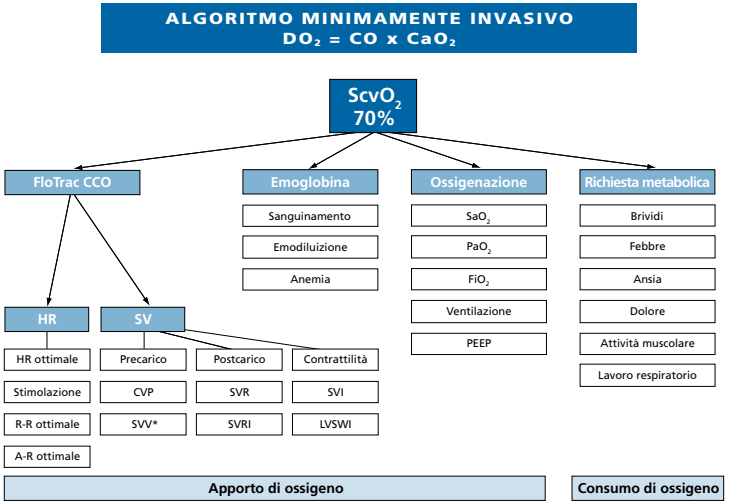
Su SvO_2 e $ScvO_2$ incidono i medesimi quattro fattori e seguono il medesimo trend più del 90% delle volte. Pertanto, la maggior parte delle ricerche e delle applicazioni cliniche documentate per SvO_2 dovrebbero essere applicabili a $ScvO_2$.

La seguente figura fornisce un esempio di situazioni cliniche in cui il monitoraggio di $ScvO_2$ può contribuire all'identificazione di un alterato equilibrio equilibrio tra DO_2 e VO_2.

USO CLINICO DEL MONITORAGGIO DI $ScvO_2$



$ScvO_2$ è utilizzato al meglio in associazione al monitoraggio della portata cardiaca permettendo al medico di determinare l'adeguatezza dell'apporto di ossigeno e di differenziare tra problemi di apporto di ossigeno e di consumo di ossigeno.



L'algoritmo minimamente invasivo divide le componenti dell'apporto e del consumo di ossigeno ed esegue un'analisi delle sottocomponenti che sono alla base del mancato equilibrio.

Sommario

Il monitoraggio dell'ossimetria venosa in continuo ($ScvO_2$) è un indicatore precoce, sensibile e in tempo reale del mancato equilibrio tra DO_2 e VO_2 che può mettere in allerta i medici sulla presenza del mancato equilibrio quando i segnali vitali tradizionali non sono in grado di indicarlo. Il monitoraggio $ScvO_2$ con un catetere PreSep o PediaSat è uno strumento pratico che non è più invasivo di un tradizionale catetere venoso centrale. L'ossimetria venosa è usata al meglio assieme al monitoraggio della portata cardiaca. Inoltre, il mantenere i valori $ScvO_2$ sopra il 70% ha dimostrato di portare effetti positivi sui pazienti.

* *SVV è un indicatore di risposta al precarico.*

Cateteri Swan-Ganz

Tecnologia standard e avanzata

TRATTAMENTO AVANZATO DEL PAZIENTE CRITICO
MEDIANTE DIDATTICA BASATA SU DATI SCIENTIFICI
DAL 1972

Il catetere arterioso polmonare di Swan-Ganz

Catetere di Swan-Ganz standard

Il catetere arterioso polmonare di Swan-Ganz per termodiluizione standard fu introdotto nel 1972 dal Dott. Jeremy Swan e dal Dott. William Ganz. Questo catetere permette ai medici di misurare le pressioni del cuore destro, la pressione di occlusione arteriosa polmonare ("incuneamento"), campionare il sangue venoso misto dall'arteria polmonare e di misurare la portata cardiaca tramite la termodiluizione quando il catetere è usato con un monitor e trasduttori di pressione. Sebbene negli anni questo catetere abbia subito diversi miglioramenti, il catetere Swan-Ganz standard è ancora disponibile e usato in tutto il mondo.

Misurazioni possibili con un Catetere di Swan-Ganz standard

- Pressioni del cuore destro:
  - Pressione atriale destra (RAP)
    - Pressioni arteriose polmonari
      - Pressione sistolica arteriosa polmonare (PAS)
      - Pressione diastolica arteriosa polmonare (PAD)
      - Pressione arteriosa polmonare media (PAM)
      - Pressione di occlusione arteriosa polmonare (PAOP)
- Portata cardiaca con la tecnica della termodiluizione:
  - Sistema chiuso per bolo freddo Edwards CO-Set
  - Sistema chiuso per iniezione di bolo CO-Set a temperatura ambiente
- Campionamento di sangue arterioso polmonare per analisi di laboratorio:
  - Saturazione di ossigeno venoso misto (SvO_2)
  - Misurazioni in serie delle saturazioni di ossigeno nella camera del cuore destro
- Ulteriori caratteristiche disponibili:
  - Accesso di infusione venosa (VIP)
  - Catetere Paceport: pacing temporaneo trans-venoso atriale e/o ventricolare destro
  - Cateteri per angiografia: progettati per iniezioni di colorante ad alta pressione usato negli esami radiografici

Applicazioni dei cateteri Swan-Ganz standard

- Cateterizzazione del cuore destro per misurare le pressioni delle sezioni destre del cuore (PAS, PAD, PAOP) per scopi diagnostici
- Misurazioni intermittenti della portata cardiaca usando termodiluizione tramite bolo per la diagnosi della funzione cardiaca
- Singoli prelievi di sangue venoso misto tramite il catetere per valutare SvO_2 e l'equilibrio tra l'apporto e il consumo di ossigeno
- Più prelievi in serie di sangue venoso dalla camera del cuore destro per misurare le saturazioni di ossigeno indicanti gli shunt intracardiaci da sinistra a destra
- Angiografia dell'arteria polmonare
- Pacing V o AV transvenoso temporaneo

Catetere di Swan-Ganz a tecnologia avanzata

Oltre a fornire la maggior parte delle funzioni del catetere di Swan-Ganz standard, i cateteri Swan-Ganz a tecnologia avanzata permettono il monitoraggio in continuo dell'equilibrio tra trasporto e consumo di ossigeno del paziente e di coadiuvare nella ricerca della causa principale di un mancato equilibrio tramite l'analisi dei componenti del volume di eiezione (precarico, postcarico e contrattilità). Grazie all'identificazione precoce del mancato equilibrio e all'analisi della causa principale, i pazienti possono essere trattati in modo più adeguato e gli interventi valutati correttamente, per prevenire potenziale ipossia tissutale, disfunzioni di organi e interventi in condizioni di crisi.

Misurazioni possibili con un catetere di Swan-Ganz a tecnologia avanzata

- Pressioni del cuore destro:
  - Pressione atriale destra (RAP)
  - Pressioni arteriose polmonari
    - Pressione sistolica arteriosa polmonare (PAS)
    - Pressione diastolica arteriosa polmonare (PAD)
    - Pressione arteriosa polmonare media (PAM)
    - Pressione di occlusione arteriosa polmonare (PAOP)
- Portata cardiaca con la tecnica della termodiluizione:
  - Sistema chiuso per iniezione di bolo CO-Set a freddo
  - Sistema chiuso per iniezione di bolo CO-Set a temperatura ambiente
- Campionamento di sangue arterioso polmonare per analisi di laboratorio:
  - Saturazione di ossigeno venoso misto (SvO_2)
- SvO_2: la saturazione di ossigeno del sangue venoso misto è misurata in continuo tramite metodica a riflettanza riflettanza a fibre ottiche ed è un indicatore globale dell'equilibrio tra apporto e consumo di ossigeno.
- CCO: la portata cardiaca in continuo, misurata tramite una tecnologia avanzata di termodiluizione, è una componente chiave dell'apporto di ossigeno.
- RVEF: la frazione di eiezione ventricolare destra è anche misurata in continuo tramite la tecnologia avanzata di termodiluizione e l'analisi dell'algoritmo, ed indica la funzione e il riempimento ventricolare destro e può essere usata per valutare la contrattilità del cuore destro.
- RVEDV: il volume di fine diastole ventricolare destro è calcolato in continuo dividendo il volume di eiezione (ml/battito) per RVEF (%) fornendo un indicatore chiave del precarico.
- RVS e IRVS: la resistenza vascolare sistemica è calcolata in continuo quando il monitor Vigilance ottiene PAM e PVC dal monitor multiparametrico.

Applicazioni dei cateteri Swan-Ganz a tecnologia avanzata

- Valutazione in continuo delle pressioni del cuore destro (RAP, PAD, PAS e PAOP)
- Valutazione in continuo dell'apporto e del consumo di ossigeno (SvO_2)
- Valutazione in continuo della portata cardiaca (CCO), componente primario di DO_2
- Valutazione in continuo del precarico tramite RVEDV, PAD, PAOP
- Valutazione in continuo del postcarico tramite RVS e IRVS
- Valutazione in continuo della contrattilità tramite RVEF, ISV e il calcolo di RVSWI
- Calcolo intermittente dell'apporto di ossigeno (DO_2) e il consumo di ossigeno (VO_2)

Vantaggi del catetere di Swan-Ganz a tecnologia avanzata rispetto al catetere di Swan-Ganz standard

- Massima quantità di informazioni diagnostiche con la stessa procedura invasiva
- Valutazione in continuo dell'equilibrio DO_2/VO_2 con monitoraggio SvO_2
- Valutazione in continuo dell'adeguatezza di CO valutando l'equilibrio DO_2/VO_2 con monitoraggio SvO_2
- Valutazione in continuo dei componenti del volume di eiezione (precarico, postcarico e contrattilità) (RVEDV, RVS, RVEF e ISV)
- Riduzione degli errori correlati all' operatore associati alle procedure/calcolo dell' incuneamento mediante l' impiego di un parametro alternativo di precarico misurato automaticamente (RVEDV)
- Riduzione della possibilità di rottura dell'arteria polmonare associata con la procedure di incuneamento fornendo il parametro di precarico automatico (RVEDV)
- Riduzione di una terapia non appropriata a causa di un errore di calcolo di PAOP usando il parametro di precarico automatico (RVEDV)
- Riduzione di una non appropriata valutazione del precarico secondaria ai cambiamenti nella compliance ventricolare che incide su PAD o PAOP
- Riduzione del rischio di infezioni iatrogene secondarie a iniezioni di boli di liquidi
- Riduzione di errori di determinazione della portata cardiaca mediante misurazione automatica CCO che elimina gli errori correlati all' operatore nella procedura di determinazione con boli
- Accuratezza migliorata nei calcoli della portata cardiaca, eliminazione del ciclo ventilatorio e l' effetto del disturbo termico

Monitor Vigilance.

I monitor Vigilance e Vigilance II sono usati con i cateteri Swan-Ganz a tecnologia avanzata per visualizzare sottoforma grafica o numerica i parametri di flusso fondamentali e i componenti del volume di eiezione. Il monitor Vigilance utilizza due tecnologie distinte: (1) ossimetria venosa in continuo con fibre ottiche (SvO_2), e (2) portata cardiaca in continuo con la tecnica della termodiluizione. CCO e RVEF sono valori misurati mentre RVEDV, RVS, IRVS e la portata di eiezione sono calcolati quando il monitor Vigileo ottiene i valori di frequenza cardiaca (FC), pressione arteriosa media (PAM) e pressione venosa centrale (PVC) dal monitor multiparametrico.

Applicazioni e controindicazioni

Le applicazioni cliniche per i cateteri arteriosi polmonari Swan-Ganz:

- Ipertensione intra addominale
- Pazienti a rischio di disfunzione acuta del ventricolo destro
- ARDS
- Ustioni estese
- Cardiochirurgia
- Tamponamento cardiaco significativo
- Cardiomiopatia significativa
- Pericardite costrittiva significativa
- Intossicazione da farmaci
- Eclampsia severa
- Shift significativo di fluidi endovascolari o extravascolari
- A rischio di emorragia
- Gestione intraoperatoria o postoperatoria di operazioni ad elevato rischio
- Paziente con contropulsazione con palloncino intra-aortico
- Resezione epatica complessa
- Trapianto di fegato
- Resezione polmonare complessa

- Infarto miocardico complicato
- Edema polmonare
- Embolia polmonare.
- Ipertensione polmonare
- Insufficienza renale acuta
- Sepsi severa
- Presenza di o rischio di shock cardiogenico
- Presenza di o rischio di shock distributivo
- Presenza di o rischio di shock emorragico
- Presenza di o rischio di shock ostruttivo
- Shock di eziologia sconosciuta
- Shock non responsivo ai tentativi di rianimazione
- Trauma severo
- Impatto della ventilazione sull' emodinamica

Controindicazioni relative per la cateterizzazione dell'arteria polmonare con catetere Swan-Ganz:

(Non esistono controindicazioni assolute per l'uso di un catetere arterioso polmonare; il rapporto rischio-beneficio deve essere valutato per ciascun paziente.)

- Emiblocco di branca sinistro
- Pazienti con sostituzione di valvola cardiaca tricuspide o polmonare
- Presenza di elettrocateteri per pacing endocardico
- Mancanza di capacità o infrastrutture cliniche per inserire e/o supportare l'uso di un catetere arterioso polmonare
- Cateteri con rivestimento in eparina dove i pazienti presentano sensibilità riconosciuta all'eparina

Specifiche selezionate per il catetere Swan-Ganz

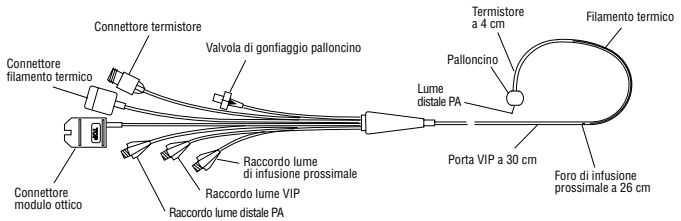
Numeri di modello	131	132	177	831/834	931/991	139	744/746	774/777
Distanza dalle uscite della punta (cm)								
Sito di iniezione prossimale	30	15	26	30	30	26	26	26
Infusione prossimale			30	31	NA/27	30	NA/30	NA/30
Infusione RV				NA/19	19			
Filamento termico			14–25			14–25	14–25	14–25
Volume del lume (ml)								
PA/Distale	1,02	0,64	0,96	0,86/0,89	0,88/0,93	0,96	0,96/0,90	0,96/0,90
Sito di iniezione prossimale	0,81	0,57	0,8	0,86/0,75	0,89/0,70	0,80	0,95/0,85	0,95/0,85
Infusione prossimale			0,95	0,87/0,97	NA/1,07	0,95	NA/1,10	NA/1,10
Stimolazione/Infusione RV (senza sonda)				-/0,93	NA/1,13			
Velocità di infusione (ml/hr)								
PA/Distale			320	750/456	289/324	320	320/325	320/325
Sito di iniezione prossimale			400		724/459	400	898/562	898/562
Stimolazione/ Infusione RA			898	NA/910	NA/66 con sonda NA/811 senza sonda	898	NA/988	NA/988
Stimolazione/ Infusione RV					37/56 con sonda 641/757 senza sonda			
Rapporto risposta in frequenza naturale/ampiezza (hz/ar)								
PA/Distale	37/2,9:1	34,0/2,1:1	25/2,1:1	34/2,6:1 33/2,6:1	33,2/2,8:1 31/2,4:1	25/2,1:1	25/2,1:1 26/2,1:1	25/2,1:1 26/2,1:1
Sito di iniezione prossimale	48/3,3:1	41,3/2,1:1	33/2,5:1	47/3,1:1 37/2,4:1	43,0/3,2:1 44/2,7:1	33/2,5:1	45/2,7:1 40/2,6:1	45/2,7:1 40/2,6:1
Stimolazione/ Infusione RA			45/2,7:1	47/3,1:1 41/2,7:1	41,0/3,4:1 46/3,2:1	45/2,7:1	NA 40/2,5:1	NA 40/2,5:1
Stimolazione/ Infusione RV				NA 28/2,3:1	NA 49/3,4:1			

Cateteri Swan-Ganz a tecnologia avanzata

Swan-Ganz CCOmbo - Volumetrico (SvO_2, CCO, RVEF, RVEDV) modelli 774, 777

Questi cateteri di Swan-Ganz a tecnologia avanzata uniscono alcune caratteristiche di base dell'originario catetere Swan-Ganz per termodiluizione con parametri di monitoraggio in continuo avanzati. L'equilibrio tra trasporto e consumo di ossigeno può essere valutato in continuo tramite le misurazioni con fibre ottiche del monitoraggio della saturazione di ossigeno venoso misto (SvO_2) e delle misurazioni della portata cardiaca con la tecnica della termodiluizione in continuo (CCO), un fattore determinante primario del trasporto di ossigeno (DO_2). Permette inoltre un'ulteriore valutazione dei componenti del volume di eiezione (SV) tramite il monitoraggio in continuo del volume di fine diastole ventricolare destro (RVEDV) e il monitoraggio in continuo della frazione di eiezione ventricolare destra (RVEF). I cateteri di Swan-Ganz a tecnologia avanzata devono essere usati assieme a un monitor della serie Vigilance. La resistenza vascolare sistemica (RVS) può essere misurata in continuo e visualizzata quando il monitor Vigilance è interfacciato con il monitor accanto al letto per ottenere la pressione arteriosa media (PAM) e la pressione venosa centrale (PVC). La frequenza cardiaca ottenuta dal monitor multiparametrico deve essere inviati in continuo ai monitor Vigilance per le misurazioni volumetriche di RVEDV e RVEF.

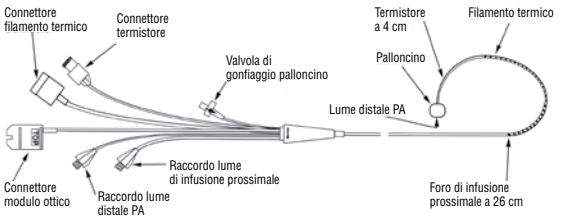
CCOmbo 777



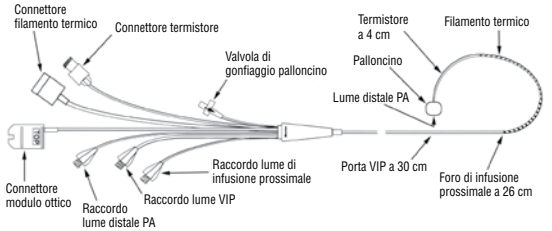
Swan-Ganz CCOmbo e CCOmbo/VIP (SvO_2 e CCO) modelli 744 e 746

Questi cateteri di Swan-Ganz a tecnologia avanzata uniscono alcune caratteristiche di base dell'originario catetere di Swan-Ganz per termodiluizione con parametri di monitoraggio in continuo avanzati. L'equilibrio tra trasporto e consumo di ossigeno può essere valutato in continuo tramite le misurazioni con fibre ottiche del monitoraggio della saturazione di ossigeno venoso misto (SvO_2) e delle misurazioni della portata cardiaca con la tecnica della termodiluizione in continuo (CCO), un fattore determinante primario del trasporto di ossigeno (DO_2). I cateteri Swan-Ganz a tecnologia avanzata devono essere usati assieme a un monitor della serie Vigilance. La resistenza vascolare sistemica (RVS) può essere misurata in continuo e visualizzata quando il monitor Vigilance è interfacciato con il monitor multiparametrico per ottenere la pressione arteriosa media (PAM) e la pressione venosa centrale (PVC). Un porta per infusione venosa (VIP) è inoltre disponibile per l'erogazione di farmaci per via intravenosa.

CCOmbo 744



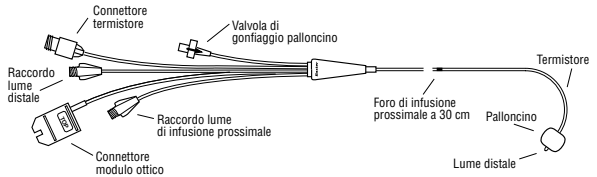
CCOmbo 746



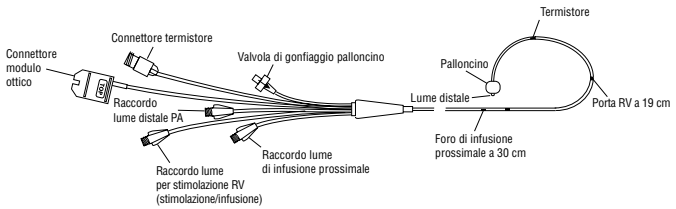
Swan-Ganz per Ossimetria Venosa Mista modelli 741 e 780

Questi cateteri di Swan-Ganz a tecnologia avanzata uniscono alcune caratteristiche di base dell'originario catetere di Swan-Ganz per termodiluizione con parametri di monitoraggio in continuo avanzati. L'equilibrio tra trasporto e consumo di ossigeno può essere valutato in continuo tramite le misurazioni con fibre ottiche della saturazione di ossigeno venoso misto (SvO_2). I cateteri di Swan-Ganz a tecnologia avanzata devono essere usati assieme a un monitor per ossimetria Edwards. Il catetere TD per ossimetria Paceport (780) è da usarsi in pazienti che richiedono il monitoraggio emodinamico quando viene previsto il pacing transvenoso temporaneo.

SvO_2 741



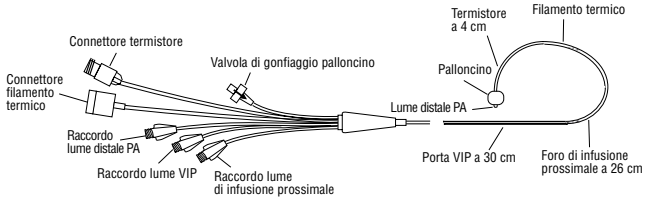
SvO_2 780



Swan-Ganz con Portata, modello 139

Questo catetere di Swan-Ganz a tecnologia avanzata unisce le stesse caratteristiche di base dell'originario catetere di Swan-Ganz per termodiluizione con le misurazioni della portata cardiaca in continuo con la tecnica della termodiluizione (CCO), un fattore determinante primario del trasporto di ossigeno (DO_2). I cateteri di Swan-Ganz a tecnologia avanzata devono essere usati assieme a un monitor della serie Vigilance. La resistenza vascolare sistemica (RVS) può essere misurata in continuo e visualizzata quando il monitor Vigilance è interfacciato con il monitor multiparametrico per ottenere la pressione arteriosa media (PAM) e la pressione venosa centrale (PVC).

CCO 139

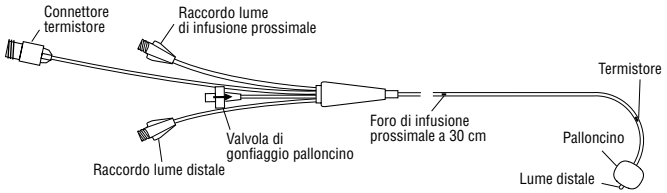


Cateteri di Swan-Ganz standard

Modello 131

Questo catetere di Swan-Ganz standard per termodiluizione fornisce una valutazione della condizione emodinamica del paziente tramite il monitoraggio diretto della pressione arteriosa intracardiaca e polmonare. La determinazione intermittente della portata cardiaca tramite la termodiluizione a bolo, un fattore determinante primario del trasporto di ossigeno, può essere misurata con questo catetere. Il campionamento del sangue venoso misto dal lume distale nell'arteria polmonare fornisce una valutazione dell'utilizzo di ossigeno.

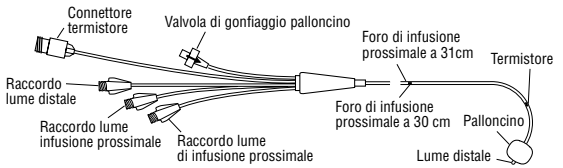
MODELLO 131



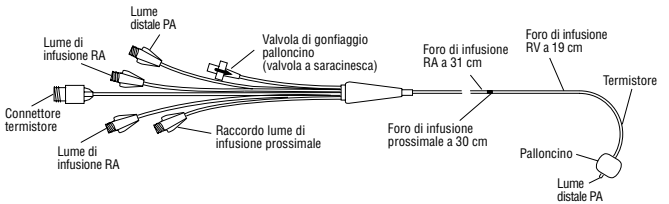
Catetere di Swan-Ganz per termodiluizione con accesso per infusione venosa, modelli 831 e 834

Questi cateteri Swan-Ganz per termodiluizione standard forniscono una valutazione della condizione emodinamica del paziente tramite il monitoraggio diretto della pressione arteriosa intracardiaca e polmonare. La determinazione intermittente della portata cardiaca tramite la termodiluizione a bolo, un fattore determinante primario del trasporto di ossigeno, può essere misurata con questo catetere. Il campionamento del sangue venoso misto dal lume distale nell'arteria polmonare fornisce una valutazione dell'utilizzo di ossigeno. Inoltre, i cateteri per infusione venosa forniscono lumi aggiuntivi che escono sia nell'atrio destro, o sia nell'atrio destro che nel ventricolo destro, in base al tipo di catetere. Le indicazioni cliniche comprendono quelle in cui l'accesso alla circolazione centrale è necessario per l'infusione di diversi tipi di soluzioni e volume. Il monitoraggio della pressione intra atriale o intraventricolare può inoltre essere ottenuta con l'impiego di questi lumi aggiuntivi.

MODELLO 831



MODELLO 834


Lume distale PA
Lume di infusione RA
Valvola di gonfiaggio palloncino (valvola a saracinesca)
Foro di infusione RA a 31 cm
Foro di infusione RV a 19 cm
Termistore
Connettore termistore
Raccordo lume di infusione prossimale
Foro di infusione prossimale a 30 cm
Palloncino
Lume di infusione RA
Lume distale PA

Un ulteriore lume AD e lume VD si trovano a 19 cm dalla punta per assicurare un monitoraggio preciso della pressione VD.

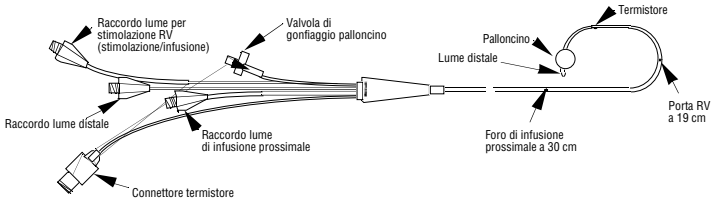
Cateteri di Swan-Ganz Paceport TD modelli 931 e 991

In aggiunta al monitoraggio emodinamico tradizionale, i cateteri Paceport forniscono il pacing ventricolare, atriale o atrio-ventricolare, quando richiesto. Le condizioni cliniche comprendono quelle nelle quali è necessaria la gestione della frequenza cardiaca ventricolare del paziente oppure l'ottimizzazione della portata cardiaca con il pacing AV sincronizzato. I pazienti con LBBB nota potrebbero essere a rischio di sviluppare un completo blocco cardiaco durante l'inserzione di un catetere PAC. Il catetere Paceport fornisce un pacing ventricolare rapido, nel caso in cui si presenti, e il paziente richieda il monitoraggio emodinamico.

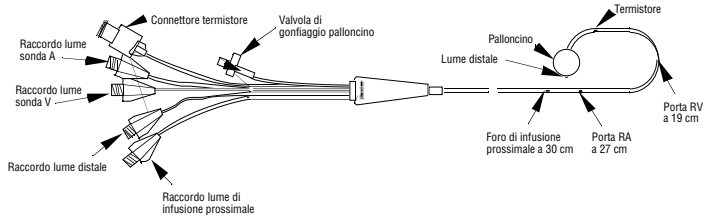
Il pacing atriale, ventricolare, atrio-ventricolare temporaneo può essere avviato con l'uso di una sonda per pacing ventricolare transluminale Chandler e una sonda per pacing atriale J.

I lumi aggiuntivi (lume VD a 19 cm dalla punta, AD a 27 cm) possono essere usati per monitorare la pressione delle rispettive camere o per infusioni aggiuntive di fluidi.

PACEPORT 931



PACEPORT A-V 991



Cateteri per sonda per pacing Swan-Ganz, modelli 100 e 500

La sonda per pacing ventricolare transluminale Chandler 98-100H può essere usata per pacing ventricolare in standby qualora le condizioni del paziente lo richiedano. Quando la sonda non è inserita, il lume a 19 cm dalla punta del catetere distale può essere usato per monitorare la pressione VD o infusioni di fluidi o soluzioni.

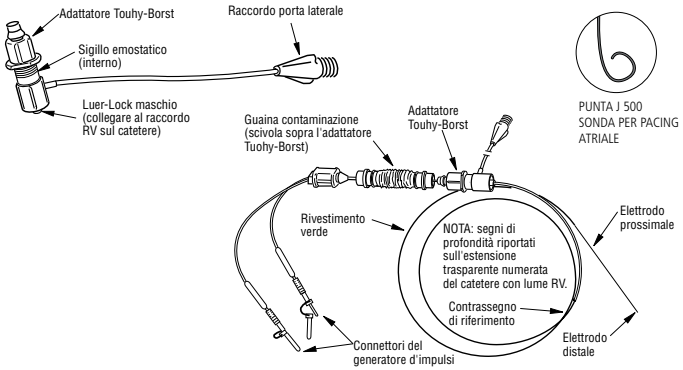
Queste sonde possono essere usate anche per il monitoraggio ECG intraatriale o ventricolare.

La sonda per pacing atriale transluminale Flex-Tip (modello 98-500H) può essere inserita nel lume della sonda A del catetere A-V Paceport per il pacing atriale. Il lume è a 27 cm dalle punta distale.

Per il pacing atrio-ventricolare, il modello 991H è usato sia con la sonda per pacing ventricolare Chandler 98-100H sia con il modello 98-500H. Le indicazioni cliniche comprendono pazienti che possono beneficiare di un pacing AV sequenziale per ottimizzare la portata cardiaca.

Da usare con l'appropriato catetere TD Swan-Ganz Paceport.

SONDE PER PACING 100 E 500

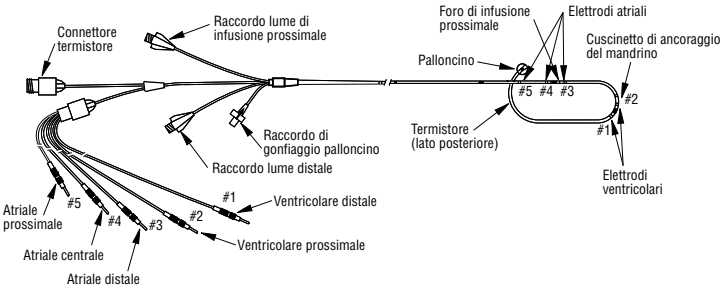

Adattatore Touhy-Borst
Raccordo porta laterale
Sigillo emostatico (interno)
Luer-Lock maschio (collegare al raccordo RV sul catetere)
Guaina contaminazione (scivola sopra l'adattatore Tuohy-Borst)
Adattatore Touhy-Borst
PUNTA J 500 SONDA PER PACING ATRIALE
Rivestimento verde
Elettrodo prossimale
NOTA: segni di profondità riportati sull'estensione trasparente numerata del catetere con lume RV.
Contrassegno di riferimento
Connettori del generatore d'impulsi
Elettrodo distale

Cateteri di Swan-Ganz per termodiluizione e pacing, modello 200 e 205

Gli elettrodi per pacing atriale e ventricolare sono posizionati sul catetere per fornire pacing atriale, ventricolare o sequenziale AV su richiesta. Il catetere modello 205 è progettato per pazienti di piccole dimensioni per incrementare la cattura del pacing. Questo catetere soddisfa le indicazioni di pacing indicate in precedenza con Paceport.

Il pacing atriale, ventricolare o atrio-ventricolare temporaneo può essere avviato rapidamente.

PACING TD 200



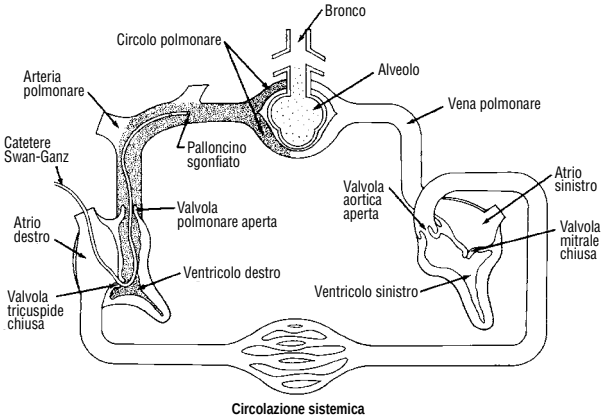
Basi fisiologiche del monitoraggio della pressione arteriosa polmonare

Ventricoli in sistole

In questa figura, il palloncino è sgonfiato e i ventricoli sono in sistole. Le valvole tricuspide e mitrale sono chiuse, mentre la valvola polmonare e la valvola aortica sono aperte. Durante la contrazione, viene generata una pressione più alta nel ventricolo destro che viene trasmessa alla punta del catetere posizionato nell'arteria polmonare. Il catetere registra la pressione arteriosa polmonare sistolica (PASP), che riflette la pressione ventricolare destra sistolica (RVSP) perché ora c'è una camera comune con un volume e una pressione comuni.

SISTOLE VENTRICOLARE

RVSP = PASP



Ventricoli in diastole

Durante la diastole le valvole tricuspide e mitrale sono aperte. I ventricoli si stanno riempiendo di sangue dai rispettivi atri. In questo momento la valvola tricuspide (VT) e la valvola mitrale (VM) sono aperte e la valvola polmonare (VP) e la valvola aortica (VAo) sono chiuse.

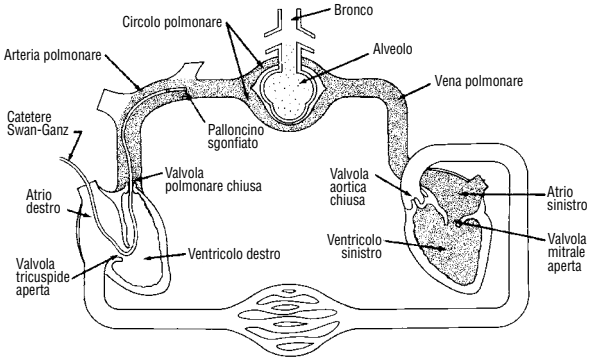
Con il palloncino ancora sgonfiato, viene registrata la pressione arteriosa polmonare diastolica (PADP). In seguito alla chiusura della valvola polmonare, il ventricolo destro continua a rilassarsi. Questo provoca una pressione diastolica più bassa nel ventricolo destro piuttosto che nell'arteria polmonare. RVEDP è inferiore a PADP.

Poiché di solito non è presente ostruzione tra l'arteria polmonare e l'atrio sinistro, la pressione registrata sarà virtualmente la stessa della pressione atriale sinistra. La pressione atriale sinistra riflette inoltre la pressione ventricolare sinistra di fine diastole (LVEDP) quando la valvola mitrale è aperta.

Collegando ad un trasduttore il raccordo del lume prossimale è possibile registrare la pressione atriale destra, la quale riflette la pressione ventricolare destra di fine diastole quando la valvola tricuspide è aperta.

DIASTOLE VENTRICOLARE

RAP = RVEDP
RVEDP < PADP
PADP ≈ LAP ≈ LVEDP



Ventricoli in diastole: Catetere incuneato

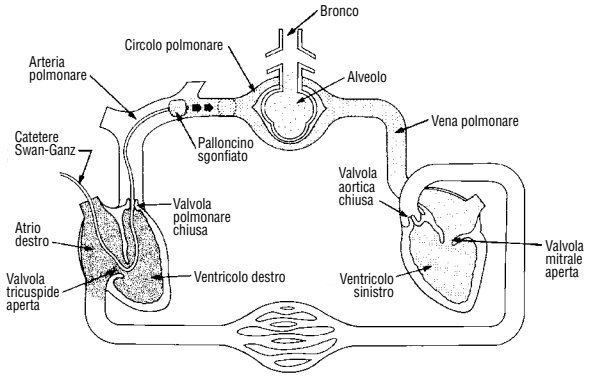
Gonfiando il palloncino, il catetere fluisce lungo il percorso in una ramo più piccolo dell'arteria polmonare. Quando il palloncino si posiziona, il catetere è considerato 'incuneato'. È nella posizione incuneata che le pressioni del lato destro e diastolica PA risultano effettivamente occluse.

Poiché non vi sono valvole tra la valvola polmonare e la valvola mitrale, è ora presente un canale vascolare non non interrotto tra la punta del catetere nell'arteria polmonare attraverso il letto vascolare polmonare, la vena polmonare, l'atrio sinistro, la valvola mitrale aperta e nel ventricolo sinistro. Il lume distale sta ora monitorando più da vicino la pressione di riempimento ventricolare sinistra o la pressione ventricolare sinistra di fine diastole.

L' importanza di questa pressione sta nel fatto che normalmente essa rappresenta una stretta approssimazione della pressione presente nel ventricolo sinistro durante la fase di tele-diastole e fornisce un mezzo di valutazione indiretto del precarico del ventricolare sinistro.

DIASTOLE VENTRICOLARE

PAOP ≈ LAP ≈ LVEDP

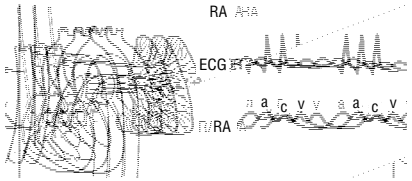


Pressioni di inserzione e tracciati della forma d' onda normali

Pressione venosa atriale/centrale destra (RA/PVC)

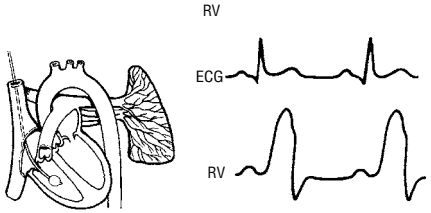
2-6 mmHg
Media 4 mmHg

a = sistolica atriale
c = protrusione all'indietro causata dalla chiusura della valvola tricuspide
v = riempimento atriale, sistole ventricolare



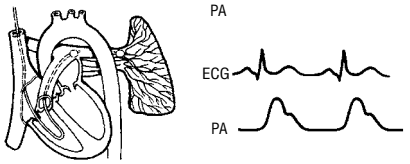
Ventricolo destro

Pressione sistolica (RVSP)
15-25 mmHg
Pressione diastolica (RVDP)
0-8 mmHg



Arteria polmonare

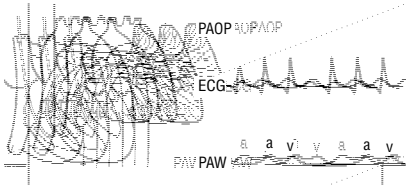
Pressione sistolica (PASP)
15-25 mmHg
Pressione diastolica (PADP)
8-15 mmHg
Pressione media (MPA)
10-20 mmHg



Pressione di occlusione dell'arteria polmonare (PAOP)

Media 6-12 mmHg

a = sistole atriale
v = riempimento atriale, sistole ventricolare



Elenco di cause di forme d' onda anomale

FORME D'ONDA ATRIALI DESTRE

Diminuzione della pressione media	Ipovolemia Livello zero del trasduttore troppo alto
Pressione media elevata	Condizione di sovraccarico di liquidi Insufficienza ventricolare destra Insufficienza ventricolare sinistra che determini una insufficienza ventricolare destra Stenosi tricuspidalica o rigurgito tricuspidalico Stenosi polmonare o rigurgito polmonare Ipertensione polmonare
Onda "a" elevata: sistole atriale, aumento della resistenza al riempimento ventricolare	Stenosi tricuspidalica Diminuzione della compliance ventricolare destra Insufficienza ventricolare destra Stenosi polmonare Ipertensione polmonare
Onda "a" assente	Fibrillazione atriale Flutter atriale Ritmo giunzionale
Onda "v" elevata: riempimento atriale, flusso rigurgitante	Rigurgito tricuspidalico Rigurgito funzionale secondario a insufficienza ventricolare destra
Onde "a" e "v" elevate	Tamponamento cardiaco; Malattia pericardica costrittiva Ipervolemia

FORME D'ONDA VENTRICOLARI DESTRE

Pressione sistolica elevata	Ipertensione polmonare Stenosi valvola polmonare Fattori che aumentano la resistenza vascolare polmonare
Pressione sistolica diminuita	Ipovolemia Shock cardiogenico (insufficienza RV) Tamponamento cardiaco
Pressione diastolica aumentata	Ipervolemia Insufficienza cardiaca congestizia Tamponamento cardiaco; Pericardite costrittiva
Pressione diastolica diminuita	Ipervolemia

FORME D'ONDA ARTERIOSE POLMONARI

Pressione sistolica elevata	Malattia polmonare Flusso ematico aumentato, shunt da sinistra a destra Resistenza vascolare polmonare aumentata
Pressione diastolica elevata	Insufficienza ventricolare sinistra Sovracarico volume intravascolare Stenosi o rigurgito mitrale
Pressione sistolica e diastolica ridotta	Ipovolemia Stenosi polmonare Stenosi della tricuspide

INCUNEAMENTO ARTERIA POLMONARE/ONDA DI PRESSIONE ATRIALE SINISTRA

Pressione (media) diminuita	Ipovolemia Livello del trasduttore troppo alto
Pressione (media) elevata	Condizione di sovraccarico di liquidi Insufficienza ventricolare sinistra Stenosi o rigurgito della mitrale Stenosi o rigurgito aortico Infarto miocardico.
Onda "a" elevata (qualsiasi aumento della resistenza al riempimento ventricolare)	Stenosi mitrale
Onda "a" assente	Fibrillazione atriale Flutter atriale Ritmo giunzionale
Onda "v" elevata	Rigurgito mitrale Rigurgito funzionale secondario a insufficienza ventricolare sinistra Difetto del setto ventricolare
Onde "a" e "v" elevate	Tamponamento cardiaco; Malattia pericardica costrittiva Insufficienza ventricolare sinistra

Posizioni e funzioni dei lumi del Catetere di Swan-Ganz*

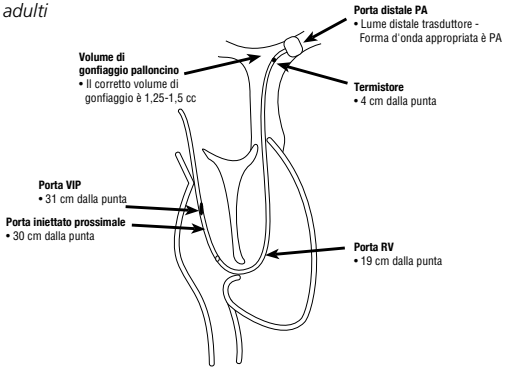
Posizione	Colore	Funzione
Distale	Giallo	Monitor per le pressioni PA
Prossimale	Blu	Monitor per la pressione dell'atrio destro, usato per l' iniezione di liquidi per la misurazine della portata cardiaca
Valvola a blocco con palloncino	Rosso	Siringa usata per gonfiare il palloncino per il posizionamento e per ottenere i valori di incuneamento
Connettore termistore	Giallo	Misura la temperatura del sangue a 4 cm dalla punta distale

ALTRI CATETERI SWAN-GANZ

Posizione	Colore	Funzione
Porta per infusione venosa (VIP)	Bianco	Ulteriore lume AD per infusione di fluidi
Porta per infusione VD (VIP+)	Viola	Ulteriore lume VD per infusione di fluidi
Lume per pacing VD (Paceport)	Arancione	Ulteriore lume per pacing VD o infusione di fluidi
Lume per pacing AD (Paceport AV)	Giallo	Ulteriore lume per pacing AD o infusione di fluidi

La posizione dell'uscita della porta varia in base al modello di catetere. Vedere la sezione di riferimento Catetere Swan-Ganz.

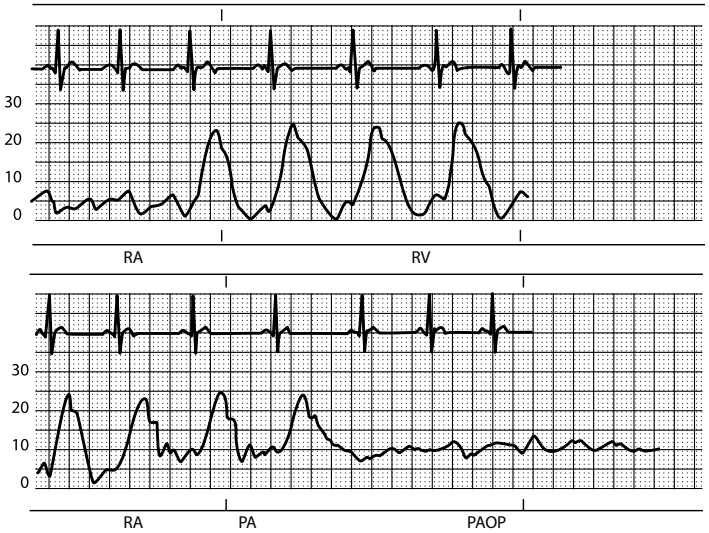
**Cateteri per adulti*


Porta distale PA
• Lume distale trasduttore - Forma d'onda appropriata è PA
Volume di gonfiaggio palloncino
• Il corretto volume di gonfiaggio è 1,25-1,5 cc
Termistore
• 4 cm dalla punta
Porta VIP
• 31 cm dalla punta
Porta iniettato prossimale
• 30 cm dalla punta
Porta RV
• 19 cm dalla punta

Tecniche di inserzione per il catetere Swan-Ganz

1. Prima di inserire il catetere Swan-Ganz, preparare il sistema di monitoraggio della pressione da usare in base alle politiche e alle procedure dell'ospedale.
2. Inserire il catetere seguendo le linee guida raccomandate e farlo avanzare in direzione del torace.
3. Quando la punta del catetere esce dall'introduttore (circa 15 cm) e raggiunge la giunzione della vena cava superiore o inferiore e l'atrio destro, il palloncino viene gonfiato con CO_2 o aria al volume indicato sulla linea di connessione del catetere e la valvola è bloccata (da 7 a 7,5 Fr 1,5 cc). Questa posizione può essere identificata quando le oscillazioni respiratorie sono visualizzate sullo schermo del monitor.
4. L'avanzamento del catetere nell'arteria polmonare dovrebbe essere rapido, poiché la manipolazione prolungata può causare la perdità di rigidità del catetere. Il catetere di Swan-Ganz è fatto in polivinilcloruro (PVC) materiale che ha la caratteristica di ammorbidirsi *in vivo*. Con tempi di inserzione prolungati, un catetere "più morbido" potrebbe causare l'avvolgimento nel ventricolo destro o difficoltà nell'avanzamento del catetere.
5. Una volta individuata la posizione di incuneamento il palloncino viene gonfiato sbloccando la valvola e la siringa rimossa per permettere alla contropressione nell'arteria polmonare di sgonfiare il palloncino. Dopo aver sgonfiato il palloncino, ricollegare la siringa alla valvola. La valvola è di solito bloccata durante l'inserzione del catetere.
6. Per ridurre o rimuovere il catetere in eccesso o il loop nell'atrio o ventricolo destro, tirare lentamente indietro il catetere di 2-3 cm. Quindi rigonfiare il palloncino per determinare il volume di gonfiaggio minimo necessario per ottenere un tracciato della pressione di incuneamento. La punta del catetere dovrebbe essere in una posizione in cui il volume di gonfiaggio completo o quasi completo (1,5 cc per cateteri 7-8 Fr) produca un tracciato della pressione di incuneamento.

Forme d' onda visualizzate nel corso di inserzione del catetere di Swan-Ganz



Tracciati osservati al momento dell'inserzione. Osservare la pressione diastolica al momento dell'inserzione mentre le pressioni saliranno quando viene raggiunta l'arteria polmonare.

Tacche di rilevazione della distanza di inserzione del catetere*

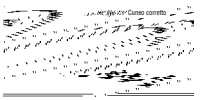
Posizione	Distanza tra giunzione VC/RA	Distanza dall'arteria polmonare
Giugulare interna	15-20	40-55
Vena succlavia	10-15	35-50
Vena femorale	30	60
Fossa anticubitale destra	40	75
Fossa anticubitale sinistra	50	80

** (in cm)*

Nota: Le tacche del catetere sono poste ogni 10 cm e sono denotate da un sottile anello nero. Le tacche da 50 cm sono denotate da uno spesso anello nero. Il catetere deve uscire dall'introduttore prima di poter gonfiare il palloncino, a circa 15 cm della lunghezza del catetere.

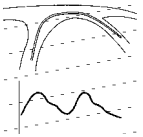
Monitoraggio della pressione arteriosa polmonare in continuo

1. Ottimizzare i sistemi di monitoraggio della pressione in base alle raccomandazioni del produttore.
2. Mantenere entro le caratteristiche di brevetto i lumi interni con soluzione eparinizzata o sistemi di lavaggio in continuo.
3. Osservare le forme d'onda per posizionare il catetere correttamente.
4. Potrebbe verificarsi la migrazione del catetere. Annotare ogni attenuazione o perdita di chiarezza del tracciato dell'arteria polmonare, in quanto il catetere potrebbe aver cambiato posizione.
5. Il catetere potrebbe scivolare indietro nel ventricolo destro. Osservare le forme d'onda per tracciati spontanei del ventricolo destro causati dal catetere che scivola all'indietro nel ventricolo destro. Osservare i cambiamenti nella pressione diastolica.
6. Incuneare il catetere con il volume minimo di gonfiaggio del palloncino richiesto per ottenere un tracciato di incuneamento. Annotare il volume di gonfiaggio. Se è necessario un volume < 1,25 cc, la posizione del catetere potrebbe essere cambiata. Considerare il riposizionamento del catetere.
7. Non superare mai il volume di gonfiaggio del palloncino raccomandato indicato sulla linea di connessione del catetere.
8. Non superare mai il volume minimo di gonfiaggio del palloncino richiesto per ottenere un tracciato di incuneamento.

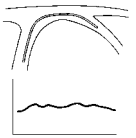


Gonfiaggio completo con volume di gonfiaggio di 1,5 cc. Onde "a" e "v" appropriate annotate.

Eccessivo gonfiaggio del palloncino. Osservare come la forma d' onda risale sullo schermo.



Catetere troppo distale. Sovra attenuazione del tracciato.



Incuneamento spontaneo del catetere. Tracciato di incuneamento con il palloncino sgonfiato.

Sommario delle linee guida per l'uso sicuro dei catetere per arteria polmonare di Swan-Ganz dotati di palloncino in punta

1. **Mantenere la punta del catetere nella parte centrale del ramo principale dell'arteria polmonare.**
   - Durante l'inserzione, gonfiare il palloncino al volume di riempimento raccomandato (1,5 ml) e far avanzare il catetere fino alla posizione di incuneamento nell'arteria polmonare. Sgonfiare il palloncino.
   - Per ridurre o rimuovere il catetere in eccesso o il loop nell'atrio o ventricolo destro, tirare lentamente indietro il catetere di 2-3 cm.
   - Non far avanzare la punta del catetere troppo perifericamente. Idealmente, la punta del catetere dovrebbe essere posizionata vicino all'ilo del polmone. Tenere presente che, durante il gonfiaggio del palloncino, la punta migra verso la parte periferica dei polmoni. Quindi, una posizione centrale prima del gonfiaggio è importante.
   - Mantenere la punta sempre in una posizione in cui un volume di gonfiaggio completo (1,5 ml) è necessario per produrre un tracciato di incuneamento.

2. **Anticipare la migrazione spontanea della punta del catetere verso la parte periferica del letto polmonare.**
   - Ridurre il catetere in eccesso o il loop nell'atrio o ventricolo destro al momento dell'inserzione per prevenire migrazioni periferiche successive.
   - Monitorare la pressione della punta distale in continuo per assicurare che il catetere non si incunei inavvertitamente con il palloncino sgonfiato (questo potrebbe indurre infarto polmonare).
   - Controllare la posizione del catetere giornalmente con raggi X per rilevare la posizione periferica. Se la migrazione si è verificata, tirare indietro il catetere in una posizione arteriosa polmonare centrale, evitando attentamente la contaminazione del sito di inserzione.
   - La migrazione spontanea della punta del catetere verso la parte periferica del polmone si verifica durante il bypass cardiopolmonare. Prima del bypass dovrebbe essere preso in considerazione il ritiro parziale del catetere (3-5 cm), in quando tale manovra contribuisce a ridurre la quantità di migrazione distale e potrebbe prevenire l'incuneamento permanente del catetere nel periodo successivo al bypass. Al termine del bypass, potrebbe essere necessario riposizionare il catetere. Prima di gonfiare il palloncino, controllare iche sia presente una forma d' onda con le caratteristiche dell' arteria polmonare distale.

3. **Prestare attenzione quando si sgonfia il palloncino.**
   - Se l'incuneamento si ottiene a volumi inferiori a 1,5 ml, tirare ritirare il catetere in una posizione in cui il volume completo (1,5 ml) produca un tracciato della pressione di incuneamento.
   - Prima di gonfiare il palloncino, controllare la forma d'onda della pressione distale. Se la forma d'onda appare attenuata o distorta, non gonfiare il palloncino. Il catetere potrebbe essere incuneato con il palloncino sgonfio. Controllare la posizione del catetere.
   - Quando il palloncino viene nuovamente gonfiato per registrare la pressione di incuneamento, iniettare lentamente il mezzo utilizzato per il gonfiaggio (CO_2 o aria) monitorando continuamente la forma d'onda della pressione arteriosa polmonare. Fermare immediatamente il gonfiaggio quando si nota un cambiamento nel tracciato dell'arteria polmonare con comparsa della morfologia della pressione di incuneamento. Rimuovere la siringa per permettere un rapido sgonfiaggio del palloncino, quindi ricollegare la siringa al lume del palloncino. L'aria non dovrebbe mai essere usata per gonfiare il palloncino in situazioni in cui essa potrebbe entrare nella circolazione arteriosa.
   - Non gonfiare mai il palloncino al di sopra del volume massimo stampato linea di connessione del catetere (1,5 ml). Usare il volume limitato della siringa fornita con il catetere.
   - Non usare liquidi per gonfiare il palloncino in quanto potrebbero risultare irrecuperabili e potrebbero impedire lo sgonfiaggio del palloncino.
   - Mantenere la siringa collegata al lume del palloncino del catetere per prevenire l'iniezione accidentale di liquidi nel palloncino.

4. **Ottenere la pressione di occlusione arteriosa polmonare di incuneamento solo quando necessario.**
   - Se la pressione diastolica dell'arteria polmonare (PAD) e la pressione di incuneamento (PAOP) sono quasi identiche, potrebbe non essere necessario l'incuneamento del palloncino: misurare la pressione PDA piuttosto che la pressione PAOP se la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna, la portata cardiaca e lo stato clinico del paziente rimangono

stabili. Tuttavia, in condizioni in cui il tono arterioso e venoso polmonare possono essere alterati (sepsi, insufficienza respiratoria acuta e shock) la relazione tra PAD e l'incuneamento potrebbe cambiare con le condizioni cliniche del paziente. In tali condizioni può essere necessario misurare la PAOP.

- Mantenere al minimo il tempo di incuneamento (due cicli respiratori o 10-15 secondi), in particolar modo in pazienti con ipertensione polmonare.
- Evitare manovre prolungate per ottenere la pressione di incuneamento. Se si incontrano difficoltà, rinunciare all'incuneamento.
- Non irrigare mai il catetere quando il palloncino è incuneato nell'arteria polmonare.

5. I pazienti ad alto rischio di rottura o perforazione dell'arteria polmonare sono pazienti anziani con ipertensione polmonare.

- Questi sono di solito pazienti anziani sottoposti a cardiochirurgia con anticoagulazione e ipotermia. La posizione della punta del catetere prossimale vicino all'ilo del polmone potrebbe ridurre l'incidenza di perforazione dell'arteria polmonare.

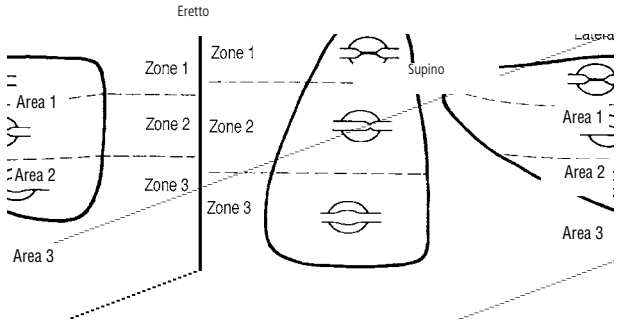
6. Avviare e mantenere le impostazioni del monitor multiparametrico.

- L'impostazione dell'allarme della pressione arteriosa polmonare sistolica/diastolica/media deve essere avviata per allertare il medico di un incuneamento spontaneo o di cambiamenti delle condizioni del paziente.
- Utilizzare una scala adatta per visualizzare la forma d'onda della pressione arteriosa polmonare. Se i valori in scala sono troppo bassi (0-20 mmHg) potrebbero tagliare tutta o parte della forma d'onda. Valori in scala troppo elevati (0-150 mmHg) potrebbero risultare in un'attenuazione causata dalla compressione della forma d'onda, che può condurre alla mancata risoluzione dei problemi o all'incapacità di riconoscere la migrazione del catetere in posizione incuneata o nel ventricolo destro.
- Utilizzare un codice "colore" (se disponibile) per l'identificazione corretta del canale della pressione. Pressioni arteriose polmonari = giallo, Pressioni arteriose destre = blu o in base alla prassi istituzionale.

Zone di posizionamento a livello polmonare

La posizione della punta del catetere rispetto alle zone del polmone influenza la validità delle letture dei valori di pressione di incuneamento dell' arteria polmonare, sia in condizioni normali sia con l'applicazione di PEEP. Le zone del polmone sono identificate dalla relazione tra pressione del flusso in entrata (pressione arteriosa polmonare, PaP) la pressione del flusso in uscita (pressione venosa polmonare, PvP) e la pressione alveolare circostante (PAP).

ZONE POLMONARI



Zona 1: PaP < PAP > PvP. Non è presente flusso di sangue nei letti capillari polmonari collassati. Il catetere di Swan-Ganz è un catetere guidato dal flusso e la punta di solito non fluisce in questa area del polmone. Le letture PAOP non sono esatte.

Zona 2: PaP > PAP > PvP. Una certa quota di flusso ematico è presente poiché la pressione arteriosa è maggiore della pressione alveolare. In alcune condizioni la punta del catetere può trovarsi in Zona 2. Le letture PAOP potrebbero non essere accurate.

Zona 3: PaP > PAP < PvP. I capillari sono aperti e questo comporta la presenza di un flusso ematico. La punta del catetere è di solito al di sotto del livello dell'atrio sinistro e può essere identificata da una radiografia laterale del torace. Le letture PAOP sono accurate.

LINEE GUIDA PER IL POSIZIONAMENTO OTTIMALE DEL CATETERE NELLA ZONA POLMONARE

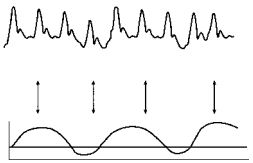
Criterio	Area 3 ottimale	Area 1 o 2 sotto ottimale
Posizione della punta del catetere	Sotto il livello di LA	Sopra il livello di LA
Variazioni respiratorie	Minime	Marcate
Profilo PAOP	Onde "a" e "v" chiaramente presenti	Onde "a" e "v" non chiare
PAD vs PAOP	PAD > PAOP (fisiologia normale)	PAOP > PAD (onde "a" e "v" presenti ma anomale)
Test PEEP	Cambiamento in PAOP < ½ cambiamento in PEEP	Cambiamento in PAOP > ½ cambiamento in PEEP
Stato idratazione	Normovolemico	Ipovolemico

Effetti della ventilazione sui tracciati dell'arteria polmonare

Respirazione spontanea

Durante la respirazione normale, l'inspirazione crea una diminuzione nella pressione intratoracica e un aumento del ritorno venoso determinando un aumento del riempimento cardiaco. Tuttavia, le forme d'onda al momento dell'inspirazione saranno negative a causa in di una maggiore diminuzione innspiratoria della pressione intratoracica rispetto all' aumento inspiratorio dei volumi cardiaci. Durante l'espirazione, la pressione intratoracica è relativamente più alta rispetto all'inspirazione e comporterà una deflessione positiva nelle forme d'onda PA e PAOP. I valori registrati dovrebbero essere ottenuti al termine dell'espirazione quando la pressione intratoracica incide al minimo.

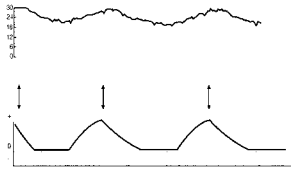
RESPIRAZIONE SPONTANEA



Ventilazione meccanica controllata

Quando un paziente è ventilato meccanicamente e non respira spontaneamente, la pressione intratoracica durante l'inspirazione è a valori positivi. Durante l'espirazione, i valori sono negativi a causa della pressione negativa intratoracica relativa in questa fase. Di nuovo, i valori, PA e PAOP, devono essere letti al termine dell'espirazione.

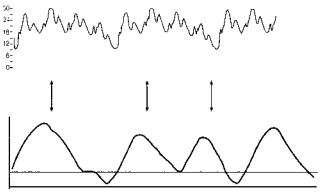
VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA



Ventilazione intermittente mandatoria

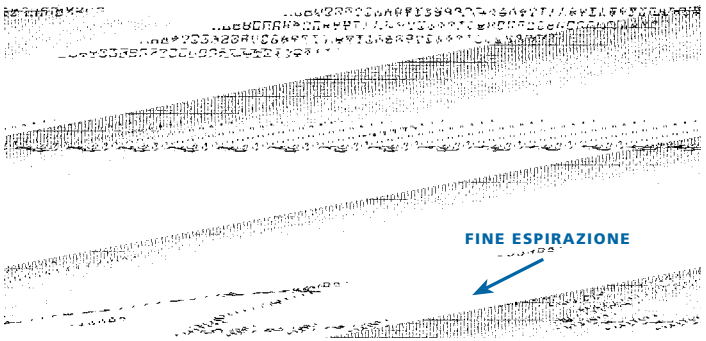
Quando viene applicata una modalità di ventilazione mandatoria, alcuni atti respiratori sono controllati mentre altri sono spontanei. Durante gli atti respiratori controllati, l'inspirazione produrrà onde elevate sui tracciati come quelle registrate durante la ventilazione meccanica controllata. Durante un respiro spontaneo il tracciato tornerà normale con l'inspirazione che produce un'onda negativa. L'osservazione del respiro del paziente e il rilevare se gli atti respiratori sono controllati o spontanei contribuiscono ad una corretta identificazione dei valori di fine espirazione delle pressioni arteriose polmonari.

VENTILAZIONE INTERMITTENTE OBBLIGATORIA



Questo è un tracciato di un paziente che respira spontaneamente. L'identificazione delle pressioni arteriose polmonari e delle pressioni PAOP sono influenzate dalle variazioni respiratorie I valori della pressione dovrebbero essere ottenuti a fine espirazione. Le cause possibili della variazione respiratoria comprendono l'ipovolemia o la punta del catetere allocata in una posizione differente dalla zona 3.

TRACCIATO PRESSORIO INDICANTE IL PASSAGGIO DA PAP A PAOP



Metodi di Misurazione della portata cardiaca

Per determinare le portate cardiache esistono tre metodi indiretti: metodo di Fick, metodo di diluizione tracciante e metodo della termodiluizione. I primi due metodi vengono impiegati principalmente in laboratorio di emodinamica. La termodiluizione viene invece usata più prontamente al letto del paziente

Metodo di Fick

Lo "standard di riferimento" per determinare la portata cardiaca si basa sui principi sviluppati da Adolph Fick intorno al 1870. Il concetto di Fick propone che l'assunzione o il rilascio di una sostanza da parte di un organo è il prodotto del flusso ematico attraverso quell'organo e la differenza tra i valori arteriosi e i valori venosi della stessa sostanza.

Il metodo di Fick utilizza l'ossigeno come sostanza e i polmoni come organo. Il contenuto di ossigeno nel sangue arterioso e venoso è misurato per ottenere la differenza (a - v O_2). Il consumo di ossigeno (VO_2) può essere calcolato dal contenuto di ossigeno inspirato meno quello espirato e dalla frequenza di ventilazione. La portata cardiaca può quindi essere determinata dalla seguente formula:

$$\text{Portata cardiaca} = \frac{\text{Consumo di ossigeno in ml/min}}{\text{Differenza a - v } O_2 \text{ in vol\%}}$$

(volume % = 1 ml ossigeno/100 cc)

- Contenuto normale di ossigeno arterioso (CaO_2): 20 volumi %
- Contenuto normale di ossigeno venoso misto (CvO_2): 15 volumi %
- Consumo normale di ossigeno (VO_2): 250 ml/min

Inserendo questi valori nell'equazione:

CO = 250 / (20-15) x 100

= 250 / 5 x 100

= 5000 ml/min or 5 l/min

Il calcolo della portata cardiaca con l'equazione di Fick richiede la misurazione accurata delle variabili di ossigenazione. Piccoli errori nei valori relativi al contenuto possono determinare grossolani errori nei risultati relativi ai dati di consumo di ossigeno. Il range di normalità del consumo di ossigeno è 200-250 ml/min. I valori indicizzati normali di VO_2 sono 120-160 ml/min/m^2. I pazienti critici possono non presentare normali valori di consumo di ossigeno; quindi, l'immissione di valori normali nell'equazione di Fick sopra indicata potrebbero produrre valori di portata cardiaca errati.

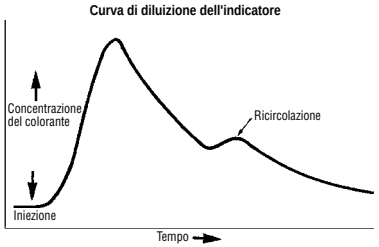
Misurazione della portata cardiaca mediante diluizione di un tracciante

I principi per il metodo di diluizione sono stati proposti per primi da Steward intorno al 1890, e in seguito redefiniti da Hamilton.

La base dell' impiego di un colorante come indicatore è che una concentrazione nota di un indicatore viene somministrata in un fluido. Dopo aver lasciato il tempo di mescolarsi adeguatamente, la diluizione di questo indicatore produrrà la quantità di fluido a cui l'indicatore è stato aggiunto. Uno strumento registra la concentrazione del colorante o dell'indicatore nel sangue dopo dopo che un campione noto è stato iniettato a monte.

Campionando il sangue in continuo, si ottiene un grafico della concentrazione nel tempo, chiamata curva di diluizione dell'indicatore. Una volta ottenuto il grafico, la portata cardiaca può essere calcolata usando l'equazione di Stewart-Hamilton:

$$CO = \frac{I \times 60}{Cm \times t} \times \frac{1}{k}$$



DOVE:

CO = portata cardiaca (1/min)
I = quantità di colorante iniettato (mg)
60 = 60 sec/min
Cm = concentrazione media dell'indicatore (mg/l)
t = durata totale curva (sec)
k = fattore di calibrazione (mg/ml/mm deflessione)

Metodo della termodiluizione

Nei primi anni '70, il Dott. Swan e il Dott. Ganz dimostrarono l'affidabilità e la riproducibilità del metodo della termodiluizione con uno speciale catetere arterioso polmonare in grado di rilevare la temperatura. Da quel momento in poi, il metodo della termodiluizione per ottenere la portata cardiaca è diventato lo standard di riferimento per la pratica clinica.

Il metodo della termodiluizione applica i principi di diluizione di un indicatore, usando come indicatore il cambio di temperatura. Una quantità nota di soluzione a temperatura nota viene iniettata rapidamente nel lume di iniezione prossimale del catetere. Questa soluzione più fredda rispetto alla temperatura del sangue si mescola con il sangue circostante, e la temperatura è misurata a valle nell'arteria polmonare da un termistore posizionato sul catetere. Il conseguente cambio di temperatura viene quindi tracciato su una curva della temperatura in base al tempo. Questa curva è simile a quella ottenuta dal metodo di diluizione dell'indicatore.

L'equazione Stewart-Hamilton modificata viene usata per calcolare la portata cardiaca prendendo come indicatore il cambio di temperatura. Le modifiche comprendono la temperatura misurata della soluzione iniettata e la temperatura del sangue del paziente, assieme al peso specifico della soluzione iniettata.

$$CO = \frac{V \times (TB-TI)}{A} \times \frac{(SI \times CI)}{(SB \times CB)} \times \frac{60 \times CT \times K}{1}$$

DOVE:

CO = portata cardiaca
V = volume iniettato (ml)
A = area della curva di termodiluizione in mm quadrati diviso per la velocità della carta (mm/sec)
K = calibrazione costante in mm/°C
TB, TI = temperatura ematica (B) e della soluzione iniettata (I)
SB, SI = peso specifico del sangue e della soluzione
CB, CI = calore specifico del sangue e della soluzione iniettata
$\frac{(SI \times CI)}{(SB \times CB)} = 1{,}08$ quando viene usato 5% di destrosio
60 = 60 sec/min
CT = fattore di correzione

Curve di termodiluizione

Una curva normale ha le caratteristiche di un tratto ascendente ben delineato causato dall'iniezione della soluzione. Questa fase viene è seguita da una curva più piana e una pendenza verso il basso leggermente prolungata che ritorna alla linea di base. Poiché questa curva rappresenta un cambiamento da una temperatura più calda ad una più fredda per ritornare ad una temperatura più calda, la curva reale è in direzione negativa. L'area sottostante la curva è inversamente proporzionale alla portata cardiaca.

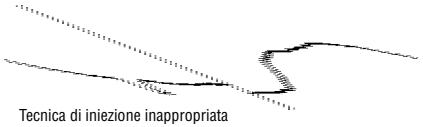
Quando la portata cardiaca è bassa, è necessario più tempo affiché la temperatura ritorni sulla linea di base, producendo un'area più ampia sottostante la curva. Con la portata cardiaca elevata, l'iniettato più freddo viene trasportato più velocemente attraverso il cuore e la temperatura ritorna più velocemente alla linea di base. Questo crea un' area sotto la curva più piccola.

Portata cardiaca normale

Artefatti dovuti ad interferenze di disturbo

Portata cardiaca elevata

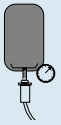
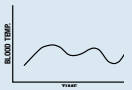
Portata cardiaca ridotta



Tecnica di iniezione inappropriata

Fattori chiave per la risoluzione dei problemi nella misurazione ottimale della CO con bolo

La tabella sottostante descrive i fattori che incidono sull'accuratezza e sulla riproducibilità dei valori della portata cardiaca misurata con la tecnica della termodiluizione con bolo intermittente.

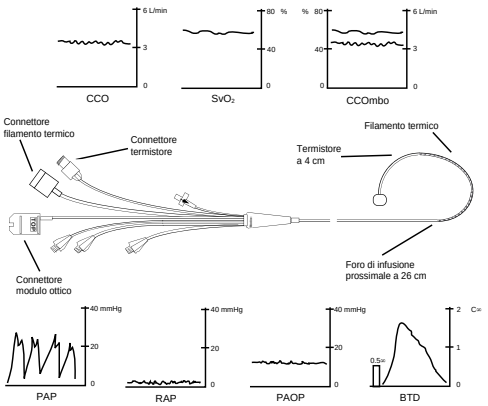
	Fattori che incidono sull'accuratezza della misurazione di CO a bolo	Errore possibile
	Temperatura dell'iniettato inaccurata: • Errore di 1°C nella soluzione • Errore di 1°C nella soluzione a temperatura ambiente **Se l'iniettato viene rimosso dal bagno di ghiaccio per:** • 15 secondi • 30 secondi	 ± 2,7% ± 7,7% Aumento medio di 0,34 ± 0,16°C Aumento medio di 0,56 ± 0,18°C
	Volume iniettato inaccurato	0,5 ml di errore in iniezione di 5 ml: ± 10% 0,5 ml di errore in iniezione di 10 ml: ± 5%
	**Infusione rapida di volume durante le iniezioni a bolo:** • Infusione a temperatura ambiente • Infusione riscaldata	 Diminuzione CO di 30-80% Diminuzione CO di 20-40%
	Il ciclo respiratorio incide su:	Variazione normale di 20% Variazione massima fino a 70%
	Calcolo inaccurato della costante	1–100%
	**Instabilità termica in seguito al bypass cardiopolmonare (CPB):** • 1-10 minuti in seguito al bypass • 30 minuti in seguito al bypass	 10–20% Fino a 9%

Monitor Vigilance II e sistema Swan-Ganz a tecnologia avanzata

Sistemi di monitoraggio di CCOmbo: visualizzazione in continuo di CCO e SvO_2

MONITOR VIGILANCE II

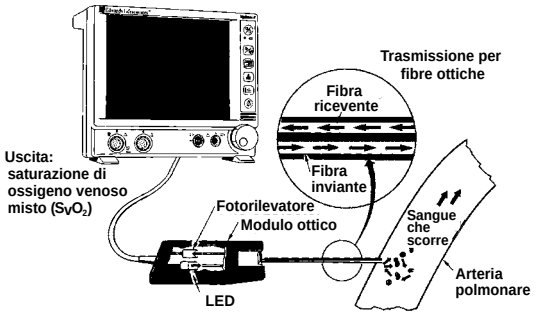
PARAMETRI OTTENUTI CON IL SISTEMA CCOmbo*



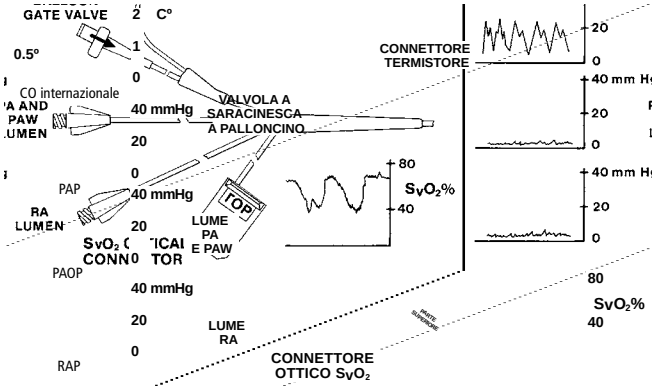
**La visualizzazione digitale di RSV e i parametri di ossimetria doppia sono disponibili se sono stati forniti gli input delle variabili appropriati.*

Monitoraggio della saturazione di ossigeno venoso misto in continuo

SPETTROFOTOMETRIA A RAGGIO RIFLESSO



CATETERE TD PER OSSIMETRIA SWAN-GANZ



Istruzioni sintetiche per l' uso del Monitor Vigilance II

Portata cardiaca in continuo (CCO) e saturazione di ossigeno del sangue venoso misto (SvO_2)

Per avviare il monitoraggio dell'ossimetria (SvO_2, $ScvO_2$):

Per calibrazione *In Vitro*

1. Collegare il catetere al modulo ottico.
2. Selezionare SvO_2 (catetere Swan-Ganz) o $ScvO_2$ (catetere PreSep) nel Quadro Parametri grande.
3. Selezionare Calibrazione *In Vitro*.
4. Selezionare Calibra e premere la manopola di selezione. Attendere il completamento della calibrazione.
5. Lavare il catetere e controllare il palloncino. Inserire il catetere in PA.
6. Selezionare AVVIA, premere la manopola di selezione quindi attendere l'aggiornamento del modulo ottico.
7. Il valore SvO_2 o $ScvO_2$ verranno visualizzati nel Quadro Parametri grande.

Eseguire la calibrazione *In Vivo* per SvO_2:

1. Ruotare la manopola di selezione per selezionare SvO_2 o $ScvO_2$. Premere la manopola di selezione.
2. Selezionare Calibrazione *In Vivo*. Premere la manopola di selezione.
3. Selezionare Prelievo, quindi premere la manopola e prelevare lentamente il sangue di scarto e il campione di sangue per l'analisi co-ossimetrica.
4. Alla ricezione dei valori di laboratorio dal campione prelevato, immettere il valore ossimetrico venoso e Hgb o Hct.
5. Selezionare CALIBRA e premere la manopola di selezione. Attendere il completamento della calibrazione.
6. Confermare la visualizzazione di SvO_2 o $ScvO_2$ nel Quadro Parametri grande e che i valori siano corretti.

Per trasportare il modulo ottico:

1. Dopo aver collegato nuovamente il cavo del paziente e il modulo ottico, ruotare la manopola per selezionare **SvO_2 o $ScvO_2$ nel Quadro Parametri grande.** Premere la manopola di selezione.
2. Selezionare RICHIAMA DATI MO e premere la manopola.
3. Se i dati nel modulo ottico sono <24 ore e corretti, selezionare SÌ e premere la manopola.

Per avviare il monitoraggio della portata cardiaca in continuo (CCO):

1. Collegare il filamento termico e le connessioni del termistore sul catetere al cavo paziente.
2. Premere il pulsante **AVVIO/ARRESTO CCO** per avviare il monitoraggio della portata cardiaca in continuo (CCO). Verrà visualizzato un messaggio di conferma indicante che i dati CCO sono in fase di raccolta.
3. Il valore CCO medio verrà visualizzato nel Quadro parametro grande in 1-8 minuti.

Per configurare lo schermo di visualizzazione del computer:

1. Per cambiare la visualizzazione sullo schermo:
   - Ruotare la manopola per selezionare l'icona IMPOSTAZIONE per cambiare il formato del display (unità di temperatura, unità internazionali, formato ora, volume allarme e lingua).
   - Selezionare l'azione desiderata, quindi premere la manopola.
   - Ruotare la manopola per selezionare la modifica desiderata. Premere la manopola di selezione.
   - Selezionare INDIETRO e premere la manopola per tornare alla schermata di visualizzazione.
2. Per cambiare le impostazioni dell'allarme:
   - Selezionare il Quadro Parametri grande desiderato con la manopola di selezione, quindi premere la manopola.
   - Selezionare il valore limite dell'allarme in basso sul lato destro della finestra a discesa. Premere la manopola, quindi ruotare la manopola per selezionare il valore superiore. Premere la

manopola per impostare il valore. Ripetere questo procedimento per il valore inferiore.

- Ruotare la manopola per selezionare INDIETRO. Premere la manopola per uscire dal menu.

3. Per attivare la suddivisione dello schermo e vedere la schermata STAT
   - Ruotare la manopola di selezione per selezionare l'icona SCHERMO INTERO/MULTIPLO nella parte inferiore dello schermo.
   - Qui sono mostrati solo i valori CCO(I), RVEF e EDV(I). Per aggiungere uno di questi parametri alla SCHERMATA STAT, selezionare il parametro desiderato in uno dei quadri parametri grande. Per una descrizione della Schermata STAT, vedere il Manuale dell'operatore.
   - Per rimuovere SCHERMO INTERO/MULTIPLO, ruotare la manopola per selezionare l'icona SCHERMO INTERO/MULTIPLO, quindi premere la manopola.

Per visualizzare il profilo cardiaco/ossigeno:

1. Per visualizzare il profilo cardiaco o riguardante le variabili relative al metabolismo dell' ossigeno del paziente:
   - Premere il pulsante Dati paziente sulla destra dello schermo.
   - Verrà visualizzato Profilo dell'ossigenazione o Profilo cardiaco.
   - Ruotare la manopola per selezionare il profilo alternativo alla fine della finestra e premere la manopola per cambiare il profilo.
2. Per immettere manualmente i valori nelle schermate Profilo paziente:
   - Premere il pulsante Profilo paziente per attivare la finestra.
   - Selezionare l'appropriato Profilo paziente.
   - Ruotare la manopola per selezionare il parametro desiderato. Premere la manopola di navigazione.
   - Immettere il valore desiderato. Verrà visualizzato un asterisco vicino al nome del valore per indicare che è stato immesso manualmente.
   - Ruotare la manopola per selezionare Esci. Premere il pulsante Profilo paziente per uscire dalla finestra Profilo paziente.
   - **Nota: una volta visualizzato l'asterisco il valore deve essere "cancellato" per far sì che il valore venga aggiornato automaticamente.*

Per eseguire la portata cardiaca a bolo (ICO):

1. Premere il pulsante CCO/ICO alla destra della schermata di visualizzazione. Viene visualizzata la schermata ICO. Per uscire dal modo ICO, premere di nuovo il pulsante.
   - Ruotare la manopola per selezionare CO o CI nei quadri parametro grande. Premere la manopola di navigazione.
   - Selezionare le opzioni mostrate per eseguire le regolazioni per il processo ICO.
   - Per le operazioni bolo ICO, selezionare Automatico:
   - Quando il monitor ha raggiunto una temperatura stabile sulla linea di base viene visualizzato sullo schermo il messaggio INIETTARE. Iniettare la soluzione in questo momento. Ripetere questo processo per almeno 6 volte. Il monitor visualizzerà la portata cardiaca nel Quadro BOLO per ciascuna serie di iniezioni.
   - Una volta completato il numero di iniezioni desiderato, ruotare la manopola per selezionare il Quadro BOLO (terzo quadro di parametro grande mostra i valori per ciascuna iniezione). Premere la manopola di navigazione. La media delle iniezioni verrà mostrato nel Quadro CO/CI e verrà visualizzata la schermata Modifica bolo.
2. Per eliminare i singoli valori CO/CI dalla media:
   - Ruotare la manopola per selezionare il terzo quadro BOLO da Quadro parametro grande.
   - Premere la manopola per aprire la finestra MODIFICA BOLO.
   - Ruotare e premere la manopola per selezionare uno o più valori da eliminare.
   - Ruotare e premere la manopola per selezionare NUOVA SERIE. I valori selezionati per l'eliminazione verranno rimossi e verrà visualizzata la media CCO/CCI.

3. Per uscire dal modo CO A BOLO
   - Premere la manopola. Premere la manopola di navigazione.
   - Premere il pulsante CCO/ICO alla destra della schermata di visualizzazione.
   - Quando viene visualizzato un messaggio che invita a riavviare Portata cardiaca in continuo (CCO) ruotare la manopola, selezionare la risposta e premere la manopola.

Per usare Pausa operativa (modo di silenziamento allarme da usare durante il bypass cardiopolmonare):

1. Per avviare la pausa operativa:
   - Premere e tenere premuto il pulsante Silenziamento allarme per almeno 30 secondi.
   - Viene visualizzato il banner giallo Pausa operativa. La raccolta dei dati e la visualizzazione nei Quadri Parametri grandi vengono fermati e l'ora registrata.
   - Gli allarmi associati a questi parametri vengono silenziati poiché la monitorizzazione è stata interrotta.
   - I parametri del Quadro temperatura ematica e Quadro Parametri piccolo vengono monitorati e visualizzati.
2. Per interrompere la pausa operativa:
   - Premere la manopola per uscire dalla pausa operativa.
   - Quando viene richiesto se si desidera riavviare CCO, selezionare Sì o No con la manopola. Se viene selezionato Sì, CCO verrà riavviata e verrà visualizzato un nuovo valore della media nel Quadro Parametri grande in circa 1-8 minuti.
   - Quando viene richiesto di ricalibrare SvO_2 o $ScvO_2$, selezionare Sì o No con la manopola. Se viene selezionato Sì, verrà visualizzata la schermata Calibrazione. Se viene selezionato No, il monitoraggio di SvO_2 verrà avviato usando i valori di calibrazione all'avvio di Pausa operativa.

Risoluzione dei problemi del monitor Vigilance II

ERRORI CCO/CCI

Errori CCO/CCI	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
La temperatura ematica è fuori range (<31° o >41°C)	La temperatura ematica monitorata è <31° o >41°C	Verificare la corretta posizione del catetere all'interno dell'arteria polmonare • Confermare che, per ottenere la pressione di incuneamento, il volume di gonfiaggio del palloncino sia di 1,5 ml • Confermare che il catetere sia posizionato correttamente in base all'altezza, al peso del paziente e al sito di inserimento • Esaminare i raggi X al torace per valutare il posizionamento corretto Riavviare il monitoraggio CCO quando la temperatura del sangue è entro il range
Memoria catetere, usare il modo bolo	• Connessione insoddisfacente del filamento termico del catetere • Guasto al cavo CCO • Errore catetere CCO • Il cavo CCO del paziente è collegato alle porte cavo test	• Verificare che la connessione del filamento termico sia ben salda • Controllare le connessioni del filamento termico del cavo CCO/catetere per accertarsi che non presentino piedini piegati/mancanti • Eseguire test cavo paziente CCO (vedere il manuale) • Cambiare il cavo CCO • Usare il modo CO bolo • Sostituire il catetere per la misurazione CCO
Verifica catetere, usare il modo bolo	• Guasto al cavo CCO • Errore catetere CCO • Il catetere collegato non è un catetere CCO Edwards	• Eseguire test cavo paziente CCO (vedere il manuale) • Cambiare il cavo CCO • Usare il modo CO bolo • Verificare che il catetere in uso sia un catetere CCO Edwards
Verificare le connessioni del catetere e del cavo	• Connessioni del filamento termico del catetere e del termistore non rilevate • Guasto del cavo CCO	• Verificare le connessioni del catetere CCO e del relativo cavo • Scollegare le connessioni del filamento termico e del termistore e verificare che non vi siano piedini piegati/mancanti • Eseguire test cavo paziente CCO • Cambiare il cavo CCO

ERRORI CCO/CCI [CONT.]

Errori CCO/CCI	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
Verificare la connessione del filamento termico	• Connessione del filamento termico del catetere non rilevata • Guasto del cavo CCO • Il catetere connesso non è un catetere CCO Edwards	• Verificare che il filamento termico del catetere sia collegato correttamente al cavo CCO • Scollegare la connessione del filamento termico e verificare che non vi siano piedini piegati/mancanti • Eseguire test cavo paziente CCO • Cambiare il cavo CCO • Verificare che il catetere in uso sia un catetere Edwards • Usare il modo CO bolo
Verificare la posizione del filamento termico	• Possibile riduzione del flusso attorno al filamento termico • Il filamento termico potrebbe essere in contatto con la parete vascolare • Il catetere non è stato introdotto nel paziente	• Lavare i lumi del catetere • Verificare la corretta posizione del catetere all'interno nell'arteria polmonare ▪ Confermare che, per ottenere la pressione di incuneamento, il volume di gonfiaggio del palloncino sia di 1,5 ml ▪ Considerare l' esecuzione di una radiografia del torace per valutare il corretto posizionamento ▪ Esaminare i raggi X al torace per valutare il posizionamento corretto • Riavviare il monitoraggio CO
Verificare la connessione del termistore	• Collegamento del termistore del catetere non rilevato • La temperatura ematica monitorata è <15°C o >45°C • Guasto al cavo CCO	• Verificare che termistore del catetere sia collegato saldamente al cavo CCO • Verificare che la temperatura del sangue sia compresa tra 15 e 45 °C • Scollegare il connettore del termistore e verificare che non vi siano piedini piegati/mancanti • Eseguire test cavo paziente CCO • Cambiare il cavo CCO
Portata cardiaca <1,0 l/min	• CO misurata <1,0 l/min	• Attenersi al protocollo ospedaliero per aumentare CO • Riavviare il monitoraggio CO
Perdita segnale termico	• Il segnale termico rilevato dal monitor è troppo debole per essere elaborato • Interferenza del dispositivo di compressione sequenziale	• Verificare la corretta posizione del catetere all'interno dell'arteria polmonare ▪ Confermare che, per ottenere la pressione di incuneamento, il volume di gonfiaggio del palloncino sia di 1,25-1,50 ml ▪ Confermare che il catetere sia posizionato correttamente in base all'altezza, al peso del paziente e al sito di inserimento ▪ Considerare l' esecuzione di una radiografia del torace per valutare il corretto posizionamento • Spegnere temporaneamente il dispositivo di compressione sequenziale attenendosi alla prassi ospedaliera • Riavviare il monitoraggio CO

AVVISI CCO/CCI

Messaggi di avviso CCO/CCI	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
Adattam segnale - Continua	• Rilevate ampie variazioni di temperatura ematica nell'arteria polmonare • Interferenza del dispositivo di compressione sequenziale • Filamento termico del catetere non posizionato correttamente	• Attendere qualche istante per consentire al monitor di misurare e visualizzare il valore CCO • Verificare la corretta posizione del catetere all'interno dell'arteria polmonare ▪ Confermare che, per ottenere la pressione di incuneamento, il volume di gonfiaggio del palloncino sia di 1,5 ml ▪ Confermare che il catetere sia posizionato correttamente in base all'altezza, al peso del paziente e al sito di inserimento ▪ Esaminare la radiografia del torace per valutare il posizionamento corretto • Riducendo al minimo il disagio del paziente si potrebbero ridurre le variazioni di temperatura • Spegnere temporaneamente il dispositivo di compressione sequenziale attenendosi alla prassi ospedaliera
Temp. ematica instabile - Continua	• Rilevate ampie variazioni di temperatura ematica nell'arteria polmonare • Interferenza del dispositivo di compressione sequenziale	• Attendere che il valore CO sia aggiornato • Riducendo al minimo il disagio del paziente si potrebbero ridurre le variazioni di temperatura • Spegnere temporaneamente il dispositivo di compressione sequenziale attenendosi alla prassi ospedaliera
SV: perdita di segnale della frequenza cardiaca	• Frequenza cardiaca media del paziente fuori range (FC <30 o >200 bpm) • Frequenza cardiaca non rilevata • Connessione del cavo di interfaccia ECG non rilevata	• Attendere che la frequenza cardiaca media rientri nel range • Selezionare la configurazione della derivazione appropriata per massimizzare i triggers della frequenza cardiaca • Verificare che la connessione tra il monitor *Vigilance II* e il monitor multiparametrico sia ben salda • Sostituire il cavo di interfaccia ECG

SOLUZIONE DEI PROBLEMI GENERALI CCO/CCI

Argomento CCO/CCI	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
CCI > CCO	• Superficie corporea del paziente non corretta. • S. corp. < 1	• Verificare che i valori di altezza e peso e le unità di misura del paziente siano corretti
CCO ≠ BOLO CO	• Informazioni bolo non configurate correttamente • Guasto del termistore o della sonda dell'iniettato • La temperatura instabile della linea di base incide sulle misurazioni CO bolo	• Verificare di aver selezionato correttamente la costante di calcolo, il volume dell'iniettato e la misura del catetere • Per creare un segnale termico ampio, usare un'iniezione "ghiacciata" e/o 10 ml di volume di iniezione • Accertarsi di aver adottato la tecnica di iniezione corretta • Sostituire la sonda della temperatura dell'iniezione

Messaggi e risoluzione dei problemi RVS/IRVS

AVVISI E RISOLUZIONE DEI PROBLEMI GENERALI RVS/IRVS

Messaggi di avviso RVS/IRVS	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
RVS: perdita del segnale di pressione in ingresso	• Porta di ingresso analogica del monitor *Vigilance II* non configurata per accettare PAM e PVC • Connessione del cavo di interfaccia per l'ingresso analogico non rilevata • Segnale d'ingresso non corretto • Guasto del monitor esterno.	• Verificare sul monitor *Vigilance II* il range di tensione e i valori di tensione basso/alto corretti relativi al monitor esterno • Verificare che il cavo tra il monitor *Vigilance II* e il monitor multiparametrico sia saldamente collegato • Verificare che i valori di peso/altezza e le unità di misura per la superficie corporea del paziente siano corretti • Verificare la presenza del segnale in corrispondenza del dispositivo di uscita analogica del monitor esterno. • Sostituire il modulo del dispositivo esterno, se in uso.
Argomento RVS/ IRVS	**Cause possibili.**	**Azioni correttive suggerite**
RVS > IRVS	• Superficie corporea del paziente non corretta.	• Verificare che i valori di altezza e peso e le unità di misura del paziente siano corretti
PAM e PVC *Vigilance II*: ≠ Monitor esterno	• Monitor *Vigilance II* non configurato correttamente • Segnale d'ingresso non corretto • Guasto del monitor esterno.	• Verificare sul monitor *Vigilance II* il range di tensione e i valori di tensione basso/alto corretti relativi al monitor esterno • Confermare di aver immesso le unità di misura corrette per i valori di tensione della porta di ingresso analogico (mmHg o kPa) • Verificare che i valori di peso/altezza e le unità di misura per la superficie corporea del paziente siano corretti • Verificare la presenza del segnale in corrispondenza del dispositivo di uscita analogica del monitor esterno. • Sostituire il cavo di interfaccia per l'ingresso analogico. • Sostituire il modulo del dispositivo esterno, se in uso. • Cancellare l'asterisco (*) dalla schermata Profilo cardiaco per PAM e PVC se tali valori vengono forniti da un dispositivo esterno asservito

Messaggi e risoluzione dei problemi di ossimetria

ERRORI E AVVISI PER L'OSSIMETRIA

Messaggi di errore ossimetria	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
Range di luminosità	• Connessione non ottimale tra il modulo ottico e il catetere • Residui o velo di sporcizia ostruiscono la lente dei connettori modulo ottico/ catetere • Guasto del modulo ottico. • Catetere attorcigliato o danneggiato.	• Verificare che la connessione tra il modulo ottico e il catetere sia ben salda • Pulire i connettori del modulo ottico/catetere con un tampone imbevuto di alcol isopropilico al 70%, lasciar asciugare all'aria e ricalibrare • Sostituire il catetere se si sospetta la presenza di danni, quindi ricalibrare
Modulo Ottico scollegato	• Connessione del modulo ottico con il monitor non rilevata • Piedini del connettore del modulo ottico piegati o mancanti	• Verificare che la connessione tra il modulo ottico e il catetere sia ben salda • Esaminare il connettore del cavo del modulo ottico e controllare che non vi siano piedini piegati/mancanti
Memoria Modulo Ottico	• Guasto alla memoria del modulo ottico	• Sostituire il modulo ottico e ricalibrare.
Valore fuori range	• Valori immessi per ossimetria, Hgb e Hct non corretti • Unità di misura Hgb non corrette • Il valore di ossimetria calcolato non rientra nel range di 0-99%	• Verificare che i valori immessi per ossimetria, Hgb e Hct siano corretti • Verificare che le unità di misura per Hgb siano corrette • Ottenere i valori di laboratorio di ossimetria aggiornati e ricalibrare
Trasmissione rosso/ infrarosso	• Residui o velo di sporcizia ostruiscono la lente dei connettori modulo ottico/ catetere • Guasto del modulo ottico	• Pulire i connettori del modulo/catetere con un tampone imbevuto di alcol isopropilico al 70%, lasciar asciugare all'aria e ricalibrare • Sostituire il modulo ottico e ricalibrare.
Temperatura Modulo Ottico	• Guasto del modulo ottico	• Sostituire il modulo ottico e ricalibrare.
Ossimetria non disponibile	• Guasto del sistema interno.	• Spegnere e riaccendere il monitor per riavviare il sistema. • Se il problema persiste contattare l'assistenza tecnica Edwards.
Messaggi di avviso ossimetria	**Cause possibili.**	**Azioni correttive suggerite**
SQI = 4	• Flusso ematico scarso in corrispondenza della punta del catetere oppure punta del catetere contro la parete vascolare • Variazione significativa nei valori Hgb/Hct • Punta del catetere ostruita da coagulo. • Catetere attorcigliato o danneggiato.	• Verificare che il catetere sia stato posizionato correttamente. Per SvO_2, verificare che il catetere sia stato posizionato correttamente nell'arteria polmonare ▪ Confermare che, per ottenere la pressione di incuneamento, il volume di gonfiaggio del palloncino sia di 1,5 ml (solo per SvO_2) ▪ Confermare che il catetere sia posizionato correttamente in base all'altezza, al peso del paziente e al sito di inserimento ▪ Esaminare i raggi X al torace per valutare il posizionamento corretto • Aspirare e irrigare il lume distale attenendosi al protocollo ospedaliero. • Aggiornare i valori Hgb/Hct mediante la funzione Aggiorna • Verificare che il catetere non sia attorcigliato e ricalibrare • Sostituire il catetere se si sospetta la presenza di danni, quindi ricalibrare

AVVISI OSSIMETRIA

Messaggi di avviso ossimetria	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
Errore calibrazione *in vitro*	• Connessione non ottimale tra il modulo ottico e il catetere • Coppa di calibrazione bagnata. • Catetere attorcigliato o danneggiato. • Guasto del modulo ottico • La punta del catetere non si trova nella coppa di calibrazione fornita nella confezione del catetere.	• Verificare che la connessione tra il modulo ottico e il catetere sia ben salda • Raddrizzare eventuali tratti di catetere attorcigliato; sostituire il catetere se si sospetta la presenza di danni • Sostituire il modulo ottico e ricalibrare. • Verificare che la punta del catetere sia collocata saldamente nella coppa di calibrazione • Eseguire la calibrazione *in vivo*
Segnale instabile	• Modifica dei valori di ossimetria, Hgb/Hct, o parametri emodinamici insoliti	• Stabilizzare il paziente come da protocollo ospedaliero ed eseguire la calibrazione *in vivo* calibrazione
Rilevato artefatto parete vascolare o incuneamento	• Flusso ematico scarso in corrispondenza della punta del catetere. • Punta del catetere ostruita da coagulo. • Punta del catetere incuneata nel vaso o contro la parete vascolare	• Aspirare e lavare il lume distale attenendosi al protocollo ospedaliero. • Verificare che il catetere sia stato posizionato correttamente. Per SvO_2, verificare che il catetere sia stato posizionato correttamente nell'arteria polmonare ▪ Confermare che, per ottenere la pressione di incuneamento, il volume di gonfiaggio del palloncino sia di 1,5 ml (solo per SvO2) ▪ Confermare che il catetere sia posizionato correttamente in base all'altezza, al peso del paziente e al sito di inserimento ▪ Esaminare la radiografia del torace per valutare il posizionamento corretto • Eseguire la calibrazione *in vivo*

RISOLUZIONE DEI PROBLEMI GENERALI DI OSSIMETRIA

Messaggi di ossimetria	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
Modulo ottico non calibrato - Selezionare Ossimetria per calibrare	• Il modulo ottico non è stato calibrato (né *in vivo* né *in vitro*) • La funzione di richiamo dei dati MO non è stata eseguita. • Guasto del modulo ottico	• Eseguire la calibrazione *in vivo* o *in vitro* calibrazione • Eseguire la funzione Richiama dati MO se il modulo è già stato calibrato • Sostituire il modulo ottico e ricalibrare.
I dati paziente nel modulo ottico hanno più di 24 ore	• L'ultima calibrazione del modulo ottico e stata eseguita da oltre 24 ore. • La data e l'ora visualizzate sul monitor *Vigilance II* dell'ospedale non sono corrette	• Eseguire la calibrazione *in vivo* • Sincronizzare la data e l'ora su tutti i monitor dell'ospedale

Messaggi e risoluzione dei problemi CEDV

AVVISI CEDV

Messaggi di avviso CEDV	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
Perdita di segnale della frequenza cardiaca	• Frequenza cardiaca media del paziente fuori range (FC < 30 or >200 bpm) • Frequenza cardiaca non rilevata • Connessione del cavo di interfaccia ECG non rilevata	• Attendere che la frequenza cardiaca media rientri nel range • Selezionare la configurazione della derivazione appropriata per massimizzare i triggers della frequenza cardiaca • Verificare che il cavo tra il monitor ***Vigilance II*** e il monitor accanto al letto sia saldamente collegato • Sostituire il cavo di interfaccia ECG
Forma ECG irregolare	• Variazione fisiologica nello stato del paziente • Collegamenti/derivazioni del segnale ECG non sicuri • Doppio sensing dovuto a pacing atriale o atriale-ventricolare (AV)	• Attenersi al protocollo ospedaliero per stabilizzare lo stato del paziente • Riposizionare gli elettrodi o ricollegare il cavo di interfaccia ECG • Riposizionare la derivazione di riferimento per ridurre al minimo il sensing di spike atriali • Selezionare la configurazione della derivazione appropriata per massimizzare i battiti della frequenza cardiaca e per ridurre al minimo sensing di spike atriali • Valutare il valore in milliampere (mA) corretto per il livello di pacing
Adattam segnale - Continua	• La modalità respiratoria del paziente potrebbe essere cambiata • Interferenza del dispositivo di compressione sequenziale • Filamento termico del catetere non posizionato correttamente	• Attendere qualche istante per consentire al monitor di misurare e visualizzare il valore EDV • Spegnere temporaneamente il dispositivo di compressione sequenziale attenendosi alla prassi ospedaliera • Verificare la corretta posizione del catetere all'interno dell'arteria polmonare ▪ Confermare che, per ottenere la pressione di incuneamento, il volume di gonfiaggio del palloncino sia di 1,5 ml ▪ Confermare che il catetere sia posizionato correttamente in base all'altezza, al peso del paziente e al sito di inserimento ▪ Esaminare la radiografia del torace per valutare il posizionamento corretto
Argomento CEDV	**Cause possibili.**	**Azioni correttive suggerite**
Vigilance II HRAVG ≠ FC monitor esterno	• Monitor esterno non configurato in modo ottimale per l'uscita del segnale ECG • Guasto del monitor esterno • Guasto del cavo di interfaccia ECG	• Spegnere CCO e verificare che la frequenza cardiaca sia la stessa sia per il monitor *Vigilance II* che per il monitor esterno • Selezionare la configurazione della derivazione appropriata per massimizzare i battiti della frequenza cardiaca e per ridurre al minimo sensing di spike atriali • Verificare l'uscita del segnale dal dispositivo di monitoraggio esterno; se necessario, sostituire il modulo • Sostituire il cavo di interfaccia ECG

Messaggi e risoluzione dei problemi ICO (bolo)

ERRORI E AVVISI ICO

Messaggi di errore ICO	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
Verificare la connessione del termistore	• Collegamento del termistore del catetere non rilevato • La temperatura ematica monitorata è < 15°C o > 45°C • Guasto del cavo CCO	• Verificare che il termistore del catetere sia collegato correttamente al cavo CCO • Verificare che la temperatura del sangue sia compresa tra 15 e 45 °C • Scollegare il connettore del termistore e verificare che non vi siano piedini piegati/mancanti • Cambiare il cavo CCO

ERRORI E AVVISI ICO[CONT]

Messaggi di errore ICO	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
TI fuori range, controllare la sonda	• Temperatura iniezione < 0°C, > 30°C o > BT • Guasto alla sonda di temperatura dell'iniettato • Guasto del cavo CCO	• Verificare la temperatura del fluido iniettato • Controllare che non vi siano piedini piegati/mancanti nei collegamenti della sonda della soluzione iniettata • Sostituire la sonda della temperatura dell'iniettato • Cambiare il cavo CCO
Controllare la connessione della sonda dell'iniettato	• Sonda della temperatura dell'iniettato non rilevata • Guasto della sonda di temperatura dell'iniettato • Guasto del cavo CCO	• Verificare la connessione tra il cavo CCO e la sonda della temperatura della soluzione iniettata • Sostituire la sonda della temperatura dell'iniettato • Cambiare il cavo CCO
Volume iniettato non valido	• Il volume dell'iniettato della sonda in linea deve essere di 5 ml o 10 ml	• Cambiare il volume di soluzione iniettata a 5 ml o 10 ml • Usare una sonda del tipo ad immersione per un volume di iniettato di 3 ml

AVVISI ICO

Messaggi di avviso CO/CI.	Cause possibili.	Azioni correttive suggerite
Curva non rilevata	• Nessuna iniezione di bolo rilevata per > 4 minuti (modo automatico) o 30 secondi (modo manuale)	• Riavviare il monitoraggio CO bolo e proseguire con le iniezioni
Curva estesa	• La curva di termodiluizione ritorna sulla linea di base lentamente • Porta dell'iniettato nell'introduttore • Possibile shunt cardiaco	• Accertarsi di aver adottato la tecnica di iniezione corretta • Verificare la corretta posizione del catetere all'interno dell'arteria polmonare • Confermare che, per ottenere la pressione di incuneamento, il volume di gonfiaggio del palloncino sia di 1,5 ml • Confermare che il catetere sia posizionato correttamente in base all'altezza, al peso del paziente e al sito di inserimento • Esaminare la radiografia del torace per valutare il posizionamento corretto • Per creare un segnale termico ampio, usare iniettato "ghiacciato" e/o 10 ml di volume di iniettato
Curva irregolare	• La curva di termodiluizione presenta più picchi	• Accertarsi di aver adottato la tecnica di iniezione corretta • Verificare la corretta posizione del catetere all'interno dell'arteria polmonare ▪ Confermare che, per ottenere la pressione di incuneamento, il volume di gonfiaggio del palloncino sia di 1,5 ml ▪ Confermare che il catetere sia posizionato correttamente in base all'altezza, al peso del paziente e al sito di inserimento ▪ Esaminare la radiografia del torace per valutare il posizionamento corretto • Per creare un segnale termico ampio, usare iniettato "ghiacciato" e/o 10 ml di volume di iniettato
Linea di base instabile	• Rilevate ampie variazioni di temperatura ematica nell'arteria polmonare	• Attendere qualche istante per consentire alla linea di base della temperatura ematica di stabilizzarsi • Usare il modo manuale
Iniettato tiepido	• La temperatura dell'iniettato si discosta di non più di 8°C dalla temperatura ematica • Guasto della sonda di temperatura dell'iniettato • Guasto del cavo CCO	• Usare fluido di iniettato più freddo • Sostituire la sonda della temperatura dell'iniettato • Cambiare il cavo CCO

Guida rapida di riferimento RVEDV

1. Parametri ottenuti con il monitor Vigilance II

- PORTATA CARDIACA (CO) = 4-8,0 ml
- INDICE CARDIACO (CI) = 2,5-5,0 l/min/m^2
- VOLUME DI EIEZIONE (SV): Il volume di sangue iniettato dal ventricolo ad ogni battito.
  SV = CO / FC x 1000
  SV normale: 60-100 ml
  SV normale 33-47 ml/battito/m^2
- VOLUME TELEDIASTOLICO (EDV) Il volume di sangue nel ventricolo a fine diastole. EDV = SV/EF
  RV normale EDV: 100-160 ml
  RV normale EDVI: 60-100 ml/m^2
- VOLUME TELESISTOLICO (ESV) Il volume di sangue nel ventricolo a fine sistole.
  ESV = EDV – SV
  RV normale ESV: 50-100 ml
  RV normale ESVI: 30-60 ml/m^2
- FRAZIONE DI EIEZIONE (EF) La percentuale di sangue iniettato dal ventricolo ad ogni battito.

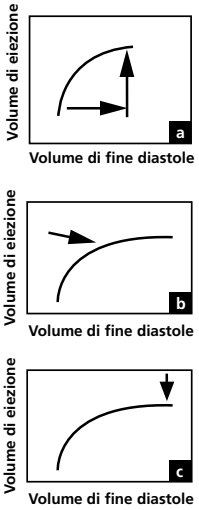
  RVEF normale: 40 – 60%

$$EF = \frac{EDV - ESV}{EDV} \quad \text{oppure} \quad \frac{SV}{EDV}$$

(Nota: come tutte le misurazioni nel monitoraggio emodinamico, il numero assoluto non è importante quanto i trend e i cambiamenti in risposta alla terapia.)

2. Obiettivo delle misurazioni volumetriche del ventricolo destro (VD)

- Ottimizzazione dell'efficienza VD
- Ottimizzare la relazione tra EDV e VS
  a. In una condizione efficiente, un aumento nel PRECARICO (EDV) comporterà un AUMENTO nel VOLUME DI EIEZIONE (SV).
  b. Prima di raggiungere la PARTE PIATTA della curva, un aumento nel PRECARICO (EDV) aumenterà SV senza causare una diminuzione nella frazione di eiezione.
  c. Sulla PARTE PIATTA della curva, un ulteriore aumento nel PRECARICO (EDV) non comporterà un aumento in SV.

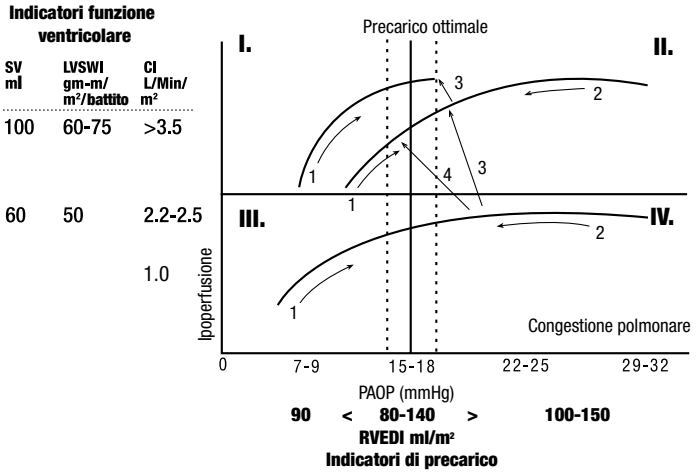


A questo punto, un ulteriore aumento di volume potrebbe:

- Diminuire l' apporto di ossigeno
- Aumentare la richiesta di ossigeno
- Diminuire la compliance ventricolare sinistra

La terapia dovrebbe mirare ad aumentare la contrattilità o ridurre il postcarico.

Curve della funzione ventricolare ideali



I. Perfusione normale
Nessuna congestione polmonare

II. Perfusione normale
Congestione polmonare

III. Ipoperfusione
Nessuna congestione polmonare

IV. Ipoperfusione
Congestione polmonare

Possibili interventi

1 = ↑ Precarico; si sposta lungo la stessa curva, volume

2 = ↓ Precarico; si sposta lungo la stessa curva, diuretico/ venodilatatore

3 = ↑ Contrattilità; spostamento ad una curva più alta, minimo cambio nel precarico, inotropo positivo

4 = ↓ Postcarico; spostamento ad una curva più alta a precarico più basso, riduttori postcarico, vasodilatatori

Tabella di riferimento Swan-Ganz

La seguente tabella descrive l'ampia gamma di cateteri Swan-Ganz prodotti da Edwards Lifesciences.

Questa tabella può essere usata come una breve guida di riferimento alla scelta del catetere adatto alle esigenze del paziente.

	Numero modello catetere	Lumi	Lunghezza (cm)	PAP/PAOP		Distanza dalla punta: Porta iniettato prossimale	Distanza dalla punta: Porta di infusione	Distanza dalla punta: Porte VIP/ infusione RV	SvO_2	In continuo	Introduttore raccomandato: Dimensioni in French	Introduttore raccomandato: mm
Advanced Technology Catheters – Continuous Hemodynamic Monitoring												
CCOmbo/CEDV/VIP	777HF8	7	110	•		26 cm		30 cm	•	•	9	3
CCOmbo/CEDV	774HF75	6	110	•		26 cm			•	•	8,5 or 9	2,8 or 3
CCO/CEDV	177HF75	6	110	•		26 cm		30 cm	•	•	8 or 8,5	2,7 or 2,8
CCOmbo/VIP	746HF8	7	110	•		26 cm		30 cm	•	•	9	3
CCOmbo	744HF75	6	110	•		26 cm			•	•	8,5 or 9	2,8 or 3
CCO	139HF75(P)	6	110	•		26 cm		30 cm		•	8 or 8,5	2,7 or 2,8
SvO_2	741HF75	6	110	•		30 cm			•		8 or 8,5	2,7 or 2,8
Cateteri per termodiluizione standard (alcuni modelli disponibili con punte S, T e C e diverse caratteristiche di rigidità per facilitare l'approccio femorale).												
TD base	131HF7	4	110	•		30 cm					8 or 8,5	2,7 or 2,8
VIP	831HF75(P)	5	110	•		30 cm	31 cm				8,5 or 9	2,8 or 3
VIP+	834HF75	6	110	•		30 cm	31 cm	19 cm			8,5 or 9	2,8 or 3
TD pediatrico	132F5	4	75	•		15 cm					6 or 6,5	2 or 2,2
Adulti con TD piccoli vasi	096F6P	4	110	•		30 cm					7 or 7,5	2,3 or 2,5
Hi-Shore per TD base	141HF7P	4	110	•		30 cm					8 or 8,5	2,7 or 2,8
Punta a S per TD base	151F7	4	110	•		30 cm					8 or 8,5	2,7 or 2,8
CardioCath	143HTF7	5	110	•		30 cm					8 or 8,5	2,7 or 2,8
ControlCath con punta a C (non in PVC) (privo di lattice)	K9FC146F7	4	110	•		30 cm					8,5 compreso nel kit	2,8
ControlCath con punta a C (non in PVC)	C144F7	4	110	•		30 cm					7	2,3
ControlCath con punta a S (non in PVC)	S144HF7	4	110	•		30 cm					7	2,3
Cateteri per stimolazione e cateteri per termodiluizione e stimolazione (usare con i modelli D98100 - Sonda di stimolazione ventricolare transluminale Chandler - e/o D98500 - Sonda di stimolazione atriale transluminale a punta flessibile)												
Stimolazione	931HF75	5	110	•		30 cm		19 cm			8 or 8,5	2,7 or 2,8
Stimolazione A-V	991HF8	6	110	•		30 cm	27 cm	19 cm			8.5	2.8
Stimolazione-TD A o stimolazione A-V	D200HF7	4	110			30 cm					8	2.7
Stimolazione bipolare (femorale)	D97130F5	1	90								6	2
Stimolazione bipolare	D97120F5	1	90								6	2
Stimolazione bipolare VIP	D97140HF5	2	100					12 cm				
Cateteri di monitoraggio												
Monitoraggio doppio lume	110F5	2	110	•							7	2.3
	111F7	2	110	•							7	2.3
	123F6P	2	110	•							6	2
Monitoraggio triplo lume	114F7P	4	110	•		30 cm					7	2.3
Monitoraggio doppio lume pediatrico	116F4	2	60	•							6	2
Ossimetria con French ridotto	040HF4	2	40						•		4.5	1.5
Angiografia polmonare	191F7	2	110			1,5–2,5 cm					7	2.3

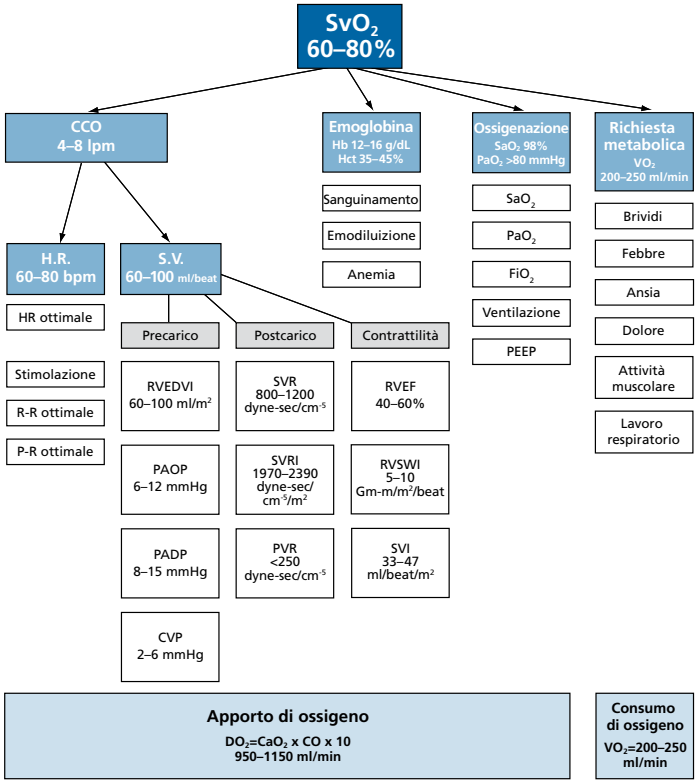
Questa tabella è solo di riferimento e non è un elenco completo dei cateteri. Tutti i modelli con codice contenente la lettera "H" sono dotati del rivestimento AMC Thromboshield, un rivestimento in eparina antimicrobica che diminuisce la conta microbica vitale sulla superficie del prodotto durante le fasi di manipolazione e posizionamento. Molti cateteri sono disponibili con o senza il rivestimento in eparina.

Nota: i seguenti algoritmi e protocolli sono solo di riferimento. Edwards non avvalla o supporta nessun algoritmo o protocollo specifico. La scelta del trattamento più appropriato dipende dal medico e dall'ospedale.

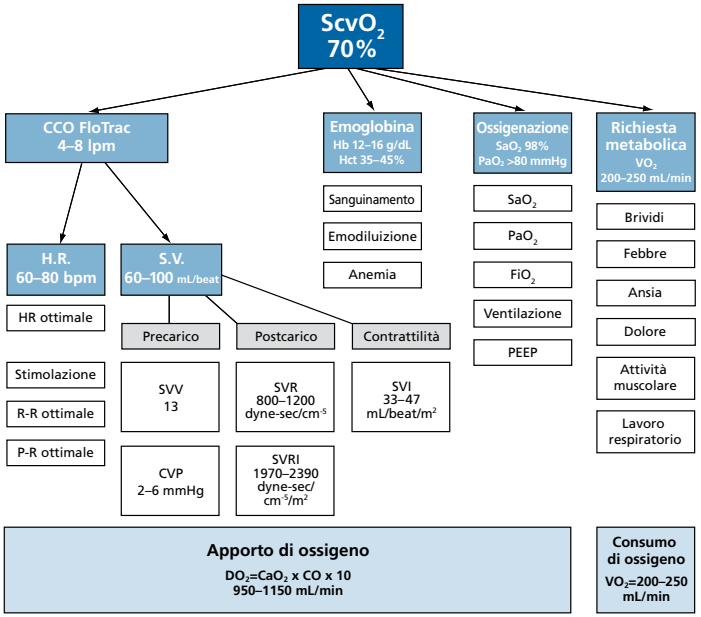
GUIDA DI RIFERIMENTO RAPIDA

TRATTAMENTO AVANZATO DEL PAZIENTE CRITICO
MEDIANTE DIDATTICA BASATA SU DATI SCIENTIFICI
DAL 1972

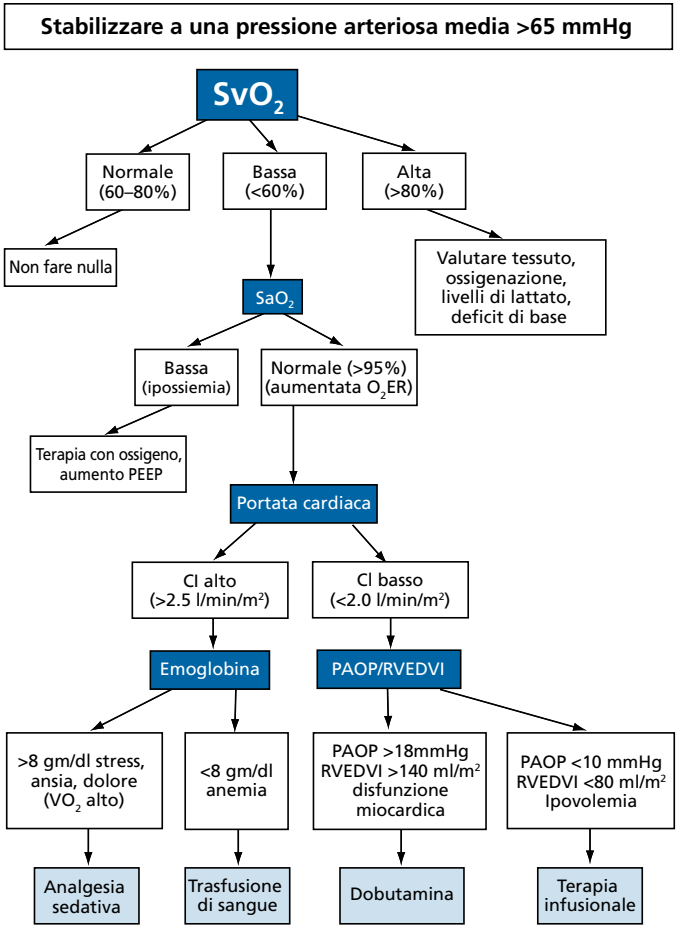
Algoritmo del catetere Swan-Ganz a tecnologia avanzata



Algoritmo minimamente invasivo avanzato

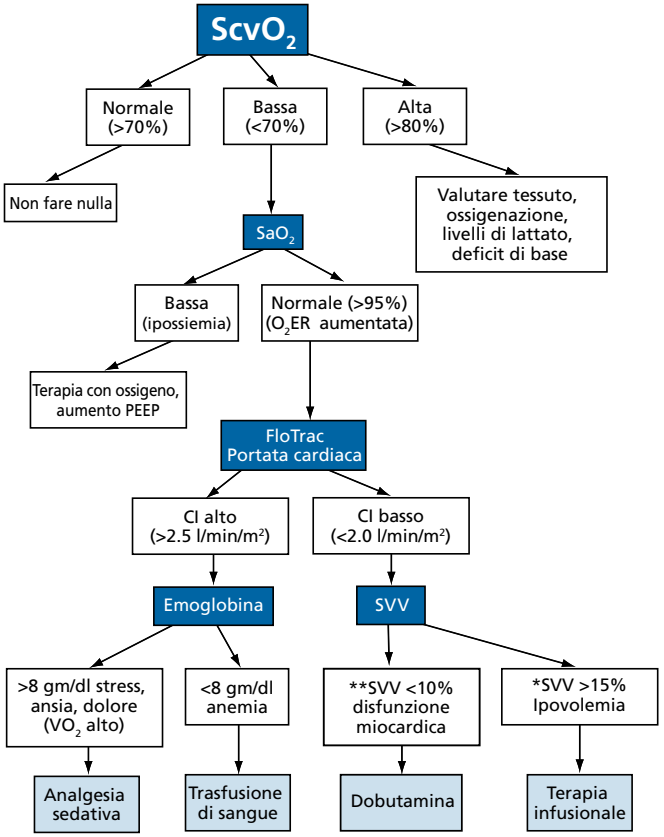


Protocollo di trattamento Goal-Directed mediante uso di Catetere di Swan-Ganz a tecnologia avanzata



Modificata da Pinsky & Vincent. Critical Care Med. 2005;33:1119-22.

Protocollo di Trattamento Goal-Directed mediante uso di Monitoraggio Minimamente Invasivo Avanzato

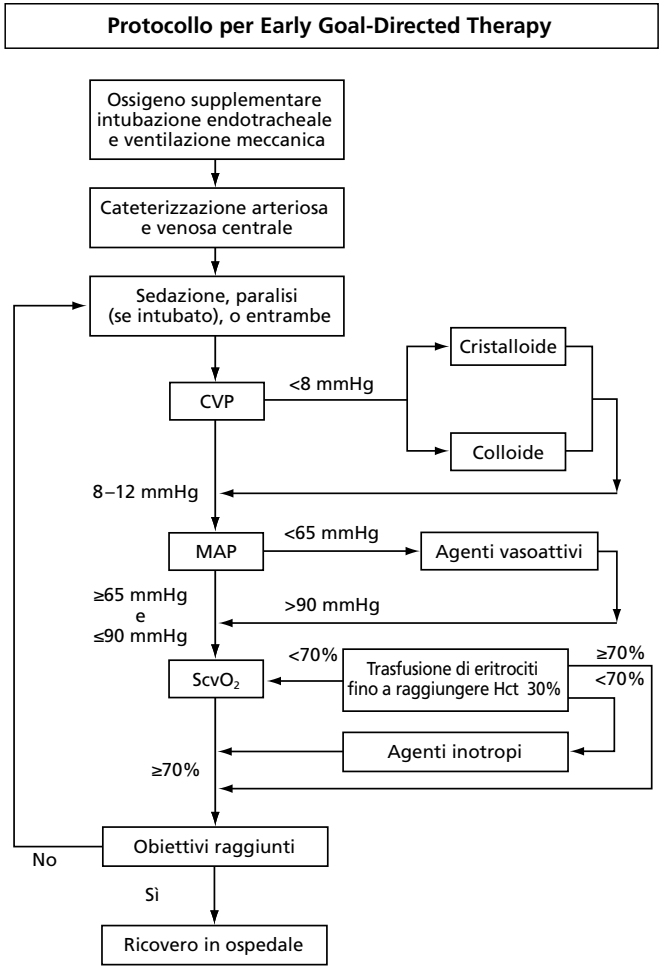


* *Applicato tenendo conto dei limiti della SVV come guida per la sensibilità del fluido.*

** *Responsività della portata cardiaca al carico volemico o sollevamento passivo delle gambe quando SVV non può essere usata.*

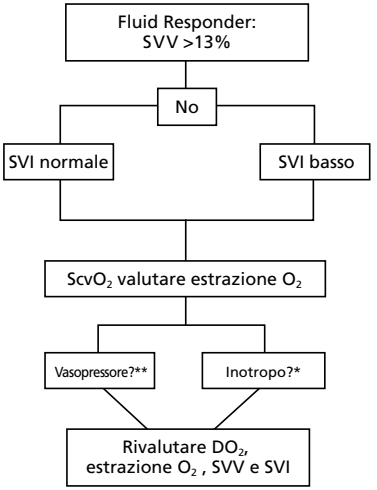
Modificata da Pinsky & Vincent. Critical Care Med. 2005;33:1119-22.

EGDT nel trattamento della sepsi o dello shock settico



Rivers, Emanuel, Nguyen, Bryant, et al; Early Goal-Directed Therapy in the Treatment of Severe Sepsis and Septic Shock: N Engl J Med, Vol. 345, No. 10, 2001.

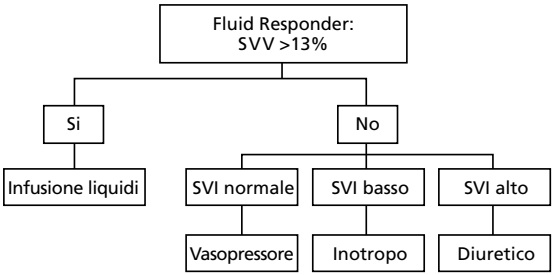
Algoritmo fisiologico usando SVV, ISV e $ScvO_2$



* *Se l'estrazione di O_2 è elevata, potrebbe essere richiesto un inotropo per fornire il supporto alla perfusione.*

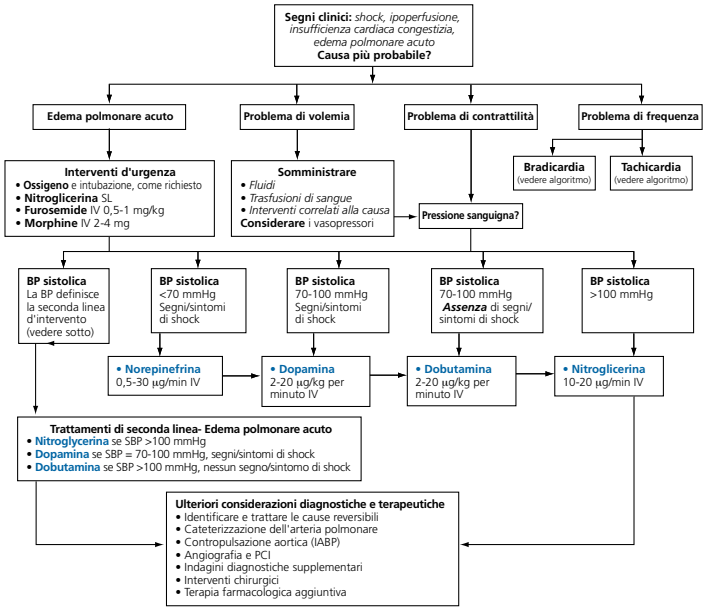
** *Dal momento che la perfusione di un singolo organo potrebbe dipendere dalla pressione sanguigna, un target PAM di > 60-65 potrebbe richiedere un vasopressore anche quando l'estrazione di O_2 è normale.*

Algoritmo fisiologico usando SVV e ISV



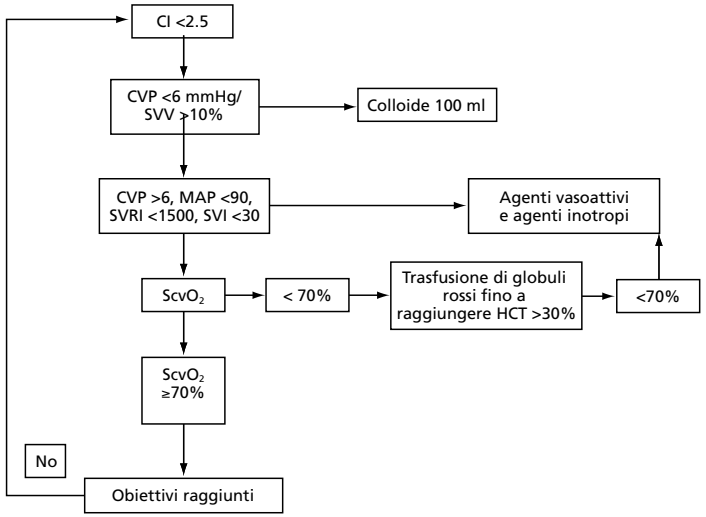
McGee, William T., Mailloux, Patrick, Jodka, Paul, Thomas, Joss: The Pulmonary Artery Catheter in Critical Care; Seminars in Dialysis—Vol. 19, No 6, November-December 2006, pp. 480-491.

Algoritmo per edema polmonare acuto, ipotensione e shock



Questo algoritmo è stato analizzato dalle linee guida ACC/AHA STEMI Guidelines Committee ma non è stato valutato dalla conferenza AHA Guidelines Conference del 2005 per la rianimazione cardiopolmonare (RCP) e ECC.

Terapia Early Goal-Directed Therapy in pazienti sottoposti a cardiochirurgia ad alto rischio



Malholtra PK, Kakani M, Chowdhury U, Choudhury M, Lakshmy R, Kiran U. Early goal-directed therapy in moderate to high-risk cardiac surgery patients. Ann Card Anaesth 2008;11:27-34.

Profili emodinamici tipici in diverse condizioni acute

Condizione	HR	MAP	CO/CI	PVC/RAP	PAP/PAOP	Note
Insufficienza ventricolare sinistra	↑	→	→	↑	↑	
Edema polmonare (cardiogeno)	↑	N,↓	→	↑	↑PAOP >25 mmHg	
Embolia polmonare con massiva	↑	→	→	↑ N	↑PAD > PAOP per >5 mmHg	↑PVR
Difetto del setto ventricolare acuto	↑	→	→	↑	↑onde "v" giganti sul tracciato PAOP	Incremento O_2 notato in SvO_2
Rigurgito della valvola mitrale acuto	↑	→	→	↑	↑onde "v" giganti sul tracciato PAOP	Nessun incremento O_2 notato in SvO_2
Tamponamento cardiaco	↑	→	→	↑	↑PVC, PAD e PAOP equalizzate	↓RVEDVI
Insufficienza ventricolare destra	↑,V	↓,V	→	↑	PAP ↑, PAOP N/↓	↑RVEDVI
Shock ipovolemico	↑	→	→	→	→	↑Estrazione ossigeno ↑RSV
Shock cardiogeno	↑	→	→	N,↑	↑	↑Estrazione ossigeno ↑RSV
Shock settico	↑	→	→	↓,N	↓,N	Cambiamenti in RSV, ↓Estrazione ossigeno ↓RSV

Grafici, classificazioni, scale e sistemi

CLASSIFICAZIONE DELLA NEW YORK HEART ASSOCIATION DELLE MALATTIE CARDIOVASCOLARI

Classe	Valutazione soggettiva
I	Portata cardiaca normale senza congestione sistemica o polmonare; asintomatica a riposo e dopo sforzi pesanti
II	Portata cardiaca normale con un moderato incremento della congestione polmonare sistemica; sintomatico al momento dello sforzo
III	Portata cardiaca normale mantenuta con un marcato aumento nella congestione polmonare sistemica; sintomatica dopo esercizi lievi
IV	Portata cardiaca ridotta a riposo con un marcato aumento nella congestione polmonare sistemica; sintomatica a riposo

SOTTOCLASSI DELLA CLASSIFICAZIONE EMODINAMICA DI FORRESTER DELL'INFARTO MIOCARDICO

Descrizione della sottoclasse dal punto di vista clinico	Indice cardiaco l/min/m²	PAOP mmHg	Terapia
I Nessun mancato funzionamento	2,7 ± 0,5	12 ± 7	Sedato
II Congestione polmonare isolata	2,3 ± 0,4	23 ± 5	BP normale: Diuretico ↑ BP: vasodilatatore
III Ipoperfusione periferica isolata	1,9 ± 0,4	12 ± 5	↑ FC: Volume aggiunto ↓FC: Pacing
IV Congestione polmonare e ipoperfusione	1,6 ± 0,6	27 ± 8	↓BP: Inotropi BP normale: vasodilatatori

SCALA DI GLASGOW

Funzione neurologica		Punti
Apertura degli occhi	Spontaneo Al suono Al dolore Mai	4 3 2 1
Migliore risposta motoria	Obbedisce ai comandi Localizza il dolore Flessione (allontana) Flessione (anomala) Estensione Nessuna (flaccido)	6 5 4 3 2 1
Migliore risposta verbale	Orientata Conversazione confusa Parole inappropriate Suoni incomprensibili Nessuna	5 4 3 2 1

TABELLA ATLS

Richiesta di liquidi e di sangue stimata in un uomo di 70 kg QUADRO INIZIALE				
	Classe I	**Classe II**	**Classe III**	**Classe IV**
Perdita ematica (ml)	<750	750–1500	1500–2000	>2000
Perdita ematica (% volume sangue)	<15%	15%–30%	30%–40%	>40%
Frequenza polso (bpm)	<100	>100	>120	>140
Pressione sanguigna	Normale	Normale	Diminuita	Diminuita
Pressione polso (mmHg)	Normale o aumentata	Diminuita	Diminuita	Diminuita
Frequenza respiratoria	14–20	20–30	30–40	>35
Output urinario (ml/hr)	30 o più	20–30	5–15	Irrilevante
Stato mentale CNS	Leggermente ansioso	Mediamente ansioso	Ansioso e confuso	Confuso e letargico
Trattamento	Cristalloide	Cristalloide	Cristalloide + sangue	Cristalloide + sangue

TABELLA DELLE LINEE GUIDA DEL CARICO VOLEMICO

VALORI DI BASE		
PAOP* mmHg	**Carico volemico Quantità/10 minuti**	**PVC* mmHg**
<12 mmHg	200 ml o 20 cc/minuto	<6 mmHg
12-16-18 mmHg	100 ml o 10 cc/minuto	6-10 mmHg
>16-18 mmHg	50 ml o 5 cc/minuto	>10 mmHg

- Eseguire una nuova valutazione al termine di 10 minuti o di carico volemico
- Interrompere se PAOP sale a >7 mmHg o PVC sale a >4 mmHg
- Ripetere se PAOP sale a <3 mmHg o PVC sale a <2 mmHg
- Osservare il paziente per 10 minuti ed eseguire un nuovo profilo se PAOP sale a >3 mmHg, ma <7 mmHg o PVC salgono a >2 mmHg o <4 mmHg
- Osservare ISV e RVEDVI se i valori del volume del ventricolo destro sono disponibili
- Interrompere se: ISV non sale di almeno 10% e RVEDVI del 25% o RVEDVI è >140 ml/m^2 e PAOP sale a >7 mmHg

Guide linee sui valori RVEDVI di base facoltativi:

- Se RVEDVI <90 ml/m^2 o range medio 90-140 ml/m^2, somministrare il carico volemico
- Se RVEDVI >140 ml/m^2, non somministrare il carico volemico

** I riferimenti differiscono sui range di PAOP e PVC*

SCORE DI GRAVITA' APACHE II

	Range alto anomalo				Range basso anomalo				
	+4	**+3**	**+2**	**+1**	**0**	**+1**	**+2**	**+3**	**+4**
Temperatura - rettale (°C)	≥41°	39–40,9°		38,5°–38,9°	36°–38,4°	34°–35,9°	32°–33,9°	30°–31,9°	≤29,9°
Pressione arteriosa media - mmHg	≥160	130–159	110–129		70–109		50–69		≤49
Frequenza cardiaca (risposta ventricolare)	≥180	140–179	110–139		70–109		55–69	40–54	≤39
Frequenza respiratoria (non ventilato o ventilato)	≥50	35–49		25–34	12–24	10–11	6–9		≤5
Ossigenazione A-aDO_2 o PaO_2 (mmHg) a. FIO_2 ≥0,5 registra A-aDO_2 b. FIO_2 ≤0,5 registra solo PaO_2	≥500	350-499	200-349		<200 PO_2>7	PO_2 61-70		PO_2 55-60	PO_2<55
pH arterioso	≥7,7	7,6–7,69		7,5–7,59	7,33–7,49		7,25–7,32	7,15–7,24	<7,15
Sodio sierico (mMol/l)	≥180	160–179	155–159	150–154	130–149		120–129	111–119	≤110
Potassio sierico (mMol/l)	≥7	6–6,9		5,5–5,9	3,5–5,4	3–3,4	2,5–2,9		<2,5
Creatinina sierica (mg/100 ml) (punto doppio per insufficienza renale acuta)	≥3,5	2–3,4	1,5–1,9		0,6–1,4		<0,6		
Ematocrito (%)	≥60		50–59,9	46–49,9	30–45,9		20–29,9		<20
Conta totale globuli bianchi (totale/mm3) (in 1,000 sec)	≥40		20–39,9	15–19,9	3–14,9		1–2,9		<1
Scala di Glasgow (GCS) = 15 meno GCS attuale									
A. Punti variabili fisiologiche acute (APS): Somma i 12 i punteggi delle singole variabili dalla tabella in alto.									
HCO_3 (venoso-mMol/l) [non preferito, usare in mancanza di ABG]	≥52	41–51,9		32–40,9	22–31,9		18–21,9	15–17,9	<15

B. Punti per l'età:

Assegna punti per l'età, come indicato nella tabella a destra:

Età (anni)	Punti
≤44	0
45–54	2
55–64	3
65–74	5
≥75	6

C. Punti per malattie cardiache croniche:

Se il paziente presenta una anamnesi positiva per grave insufficienza d' organo è immunodepresso, assegnare i punti nel seguente modo:

a. per pazienti non chirurgici o pazienti chirurgici in regime di emergenza - 5 punti
   oppure
b. per pazienti chirurgici in elezione - 2 punti

Definizioni

L' insufficienza d' organo o la condizione di immunodepressione devono essere noti da prima del ricovero in ospedale e rispettare i seguenti criteri:

Fegato: cirrosi provata da biopsia e ipertensione portale documentata; precedenti episodi di sanguinamento nel tratto gastrointestinale superiore attribuiti a ipertensione portale; oppure precedenti episodi di insufficienza epatica/encefalopatia/coma.

Cardiovascolare: Classe IV della New York Heart Association.

Respiratorio: Cronica, restrittiva o ostruttiva o patologia vascolare che comportino limitazioni severe al movimento, per esempio, il paziente non è in grado di salire le scale o fare le faccende di casa; oppure ipossia cronica, ipercapnia, policitemia secondaria, ipertensione polmonare cronica
(>40 mmHg) o dipendenza respiratoria.

Renale: ricevono dialisi cronica.

Immunodepressione: immunosoppressione, chemioterapia, radiazioni, somministrazione di steroidi ad elevato dosaggio recente o protratta o paziente con una malattia a sufficientemente avanzato, tale da ridurre la risposta alle infezioni, quali leucemia, linfoma, AIDS.

Punti APACHE II

Somma di A + B + C

A. Punti APS
B. Punti per l'età
C. Punti per malattie croniche

Totale Apache II

Linee guida ACC/AHA 2004 per per il monitoraggio con catetere in arteria polmonare e della pressione arteriosa

Raccomandazioni per il monitoraggio con catetere arterioso polmonare:

Classe I

1. Il monitoraggio con catetere arterioso polmonare dovrebbe essere eseguito in caso di:
   a. Ipotensione progressiva, quando il paziente non risponde alla somministrazione di fluido liquidi o quando la stessa sia controindicata
   b. Sospette complicanze meccaniche di STEMI (VSR, rottura del muscolo capillare, o rottura delle pareti libere con tamponamento pericardico) se non è stato eseguito un ecocardiogramma.

Classe IIa

1. Il monitoraggio del catetere arterioso polmonare può essere utile in caso di:
   a. Ipotensione in un paziente senza congestione polmonare che non ha risposto a un iniziale trattamento con somministrazione di liquidi
   b. Shock cardiogeno
   c. Pazienti affetti da CHF severa o progressiva o edema polmonare che non rispondono rapidamente alla terapia
   d. Segni persistenti di ipoperfusione senza ipotensione o congestione polmonare
   e. Pazienti che ricevono farmaci inotropi/vasopressori

Classe III

1. Si sconsiglia il monitoraggio con catetere arterioso polmonare in pazienti con STEMI senza evidenze di instabilità emodinamica o compromissione del sistema respiratorio.

Raccomandazioni per il monitoraggio della pressione arteriosa invasiva:

Classe I

1. Il monitoraggio della pressione arteriosa invasiva dovrebbe essere eseguito in caso di:
   a. Pazienti con grave ipotensione (pressione arteriosa sistolica inferiore a 80 mmHg)
   b. Pazienti che ricevono farmaci inotropi/vasopressori
   c. Shock cardiogeno

Classe II

1. Il monitoraggio della pressione arteriosa invasiva può essere utile in pazienti che ricevono nitroprussiato sodico per via endovenosa o altri potenti vasodilatatori:

Classe IIb

1. Il monitoraggio della pressione arteriosa invasiva dovrebbe essere preso in considerazione per pazienti che ricevono farmaci inotropi per via endovenosa.

Classe III

1. Si sconsiglia il monitoraggio della pressione arteriosa invasiva nei pazienti con STEMI che non presentano congestione polmonare e hanno un'adeguata perfusione tissutale senza l'uso di un supporto circolatorio.

Parametri emodinamici normali e valori di laboratorio

PARAMETRI EMODINAMICI NORMALI - ADULTO

Parametro	Equazione	Range normale
Pressione sanguigna arteriosa (BP)	Sistolica (SBP) Diastolica (DBP)	100-140 mmHg 60-90 mmHg
Pressione arteriosa media (PAM)	SBP + (2 x DBP)/3	70-105 mmHg
Pressione atriale destra (RAP)		2-6 mmHg
Pressione ventricolare destra(RVP)	Sistolica (RVSP) Diastolica (RVDP)	15-30 mmHg 2-8 mmHg
Pressione arteriosa polmonare (PAP)	Sistolica (PASP) Diastolica (PADP)	15-30 mmHg 8-15 mmHg
Pressione arteriosa polmonare media (MPAP)	PASP + (2 x PADP)/3	9-18 mmHg
Pressione di occlusione dell'arteria polmonare (PAOP)		6-12 mmHg
Pressione atriale sinistra (LAP)		4-12 mmHg
Portata cardiaca (CO)	HR x SV/1000	4,0-8,0 l/min
Indice cardiaco (CI)	CO/S. corp.	2,5-4,0 l/min/m^2
Volume di eiezione (SV)	CO/HR x 1000	60-100 ml/battito
Indice volume di eiezione (ISV)	CI/HR x 1000	33-47 ml/m^2/battito
Variazione del volume di eiezione (SVV)	SVmax-SV min/SVmedia x 100	10–15%
Resistenza vascolare sistemica (RVS)	80 x (PAM-RAP)/CO	800-1200 dyne- sec/cm^5
Indice di resistenza vascolare sistemica (IRVS)	80 x (PAM-RAP)/CI	1970-2390 dyne- sec/cm^5/m^2
Resistenza vascolare polmonare (PVR)	80 x (MPAP-PAOP)/CO	<250 dyne-sec/cm^5
Indice di resistenza vascolare polmonare (PVRI)	80 x (MPAP-PAOP)/CI	255-285 dyne-sec/cm^5/m^2
Lavoro dell'eiezione ventricolare sinistra (LVSW)	SI x PAM x 0,0144	8-10 g/m/m^2
Indice del lavoro dell'eiezione ventricolare sinistra (LVSWI)	ISV x (PAM-PAOP) x 0,0136	50-62 g/m^2/battiti
Lavoro dell'eiezione ventricolare destra (RVSW)	SI x PAM x 0,0144	51-61 g/m/m^2
Indice del lavoro dell'eiezione ventricolare destra (RVSWI)	ISV x (MPAP-PVC) x 0,0136	5-10 g/m^2/battito
Pressione di perfusione arteriosa coronarica (CPP)	BP-PAOP diastolica	60-80 mmHg
Volume di fine diastole ventricolare destro (RVEDV)	SV/EF	100-160 ml
Indice del volume di fine diastole ventricolare destro (RVEDVI)	RVEDV/S. corp.	60-100 ml/m^2
Volume di fine sistole ventricolare destro (RVESV)	EDV-SV	50-100 ml
Frazione di eiezione ventricolare destra (RVEF)	SV/EDV x 100	40–60%

PARAMETRI OSSIGENO - ADULTO

Parametro	Equazione	Range normale
Pressione parziale dell'ossigeno arterioso (PaO_2)		75-100 mmHg
Pressione parziale di CO_2 arterioso ($PaCO_2$)		35-45 mmHg
Bicarbonato (HCO_3)		22-26 mEq/l
pH		7,34–7,44
Saturazione di ossigeno arterioso (SaO_2)		95–100%
Saturazione arteriosa mista (SvO_2)		60–80%
Saturazione di ossigeno venoso centrale ($ScvO_2$)		70%
Contenuto di ossigeno arterioso (CaO_2)	(0,0138 x Hgb x SaO_2) + 0,0031 x PaO_2	16-22 ml/dl
Contenuto di ossigeno venoso (CvO_2)	(0,0138 x Hgb x SvO_2) + 0,0031 x PvO_2	15 ml/dl
Differenza del contenuto di ossigeno A-V (C(a-v)O_2)	CaO_2 – CvO_2	4-6 ml/dl
Trasporto di ossigeno (DO_2)	CaO_2 x CO x10	950-1150 ml/min
Indice di apporto di ossigeno (DO_2I)	CaO_2 x CI x 10	500-600 ml/min/m^2
Consumo di ossigeno (VO_2)	C(a-v)O_2 x CO x 10	200-250 ml/min
Indice del consumo di ossigeno (VO_2I)	C(a-v)O_2 x CI x 10	120-160 ml/min/m^2
Rapporto di estrazione di ossigeno (O_2ER)	(CaO_2 - CvO_2)/CaO_2 x 100	22–30%
Indice di estrazione di ossigeno (O_2EI)	(SaO_2 - SvO_2)/SaO_2 x 100	20–25%

VALORI DI LABORATORIO NORMALI

Test	Unità convenzionale (valori di riferimento*)	Unità SI
Parametri di Biochimica clinica		
Sodio (Na)	135-145 mEq/l	135-145 mmol/l
Potassio (K)	3,5-5,0 mEq/l	3,5-5,0 mmol/l
Cloride (Cl)	100-108 mEq/l	100-108 mmol/l
Anidride carbonica (CO_2)	22-26 mEq/l	22-26 mmol/l
Glucosio (BS)	70-100 mg/dl	3,9-6,1 mmol/l
Azoto ureico ematico (BUN)	8-20 mg/dl	2,9-7,5 mmol/l
Creatina chinasi (CK)	Uomini: 55-170 U/l Donne: 30-135 U/l	Uomini: 0,94–2,89 μkat/l Donne: 0,51–2,3 μkat/l
Creatinina	0,6-1,2 mg/dl	53-115 μmol/l
Calcio (Ca)	8,2-10,2 mEq/l	2,05-2,54 mmol/l
Magnesio (Mg)	1,3-2,1 mg/dl	0,65-1,05 mmol/l
Bilirubina (diretta/indiretta)	<0,5-1,1 mg/dl	<6,8-19 μmol/l
Amilasi	25-85 U/l	0,39-1,45 μkat/l
Lipasi	<160 U/l	<2,72 μkat
Gap anionico	8-14 mEq/l	8-14 mmol/l
Lattato	0,93-1,65 mEq/l	0,93-1,65 mmol/l
Alamina aminotransferasi (ALT, GPT)	8-50 IU/l	0,14-0,85 μkat/l
Valori Emocromocitometrici (AST, GOT)	7-46 U/L	0,12-0,78 μkat/l
Studi ematologici		
Cellule rosse	Uomini: 4,5-5,5 milioni/μl Donne: 4-5 milioni/μl	4,5-5,5 x 10^{12}/l 4-5 x 10^{12}/l
Cellule bianche (WBC)	4.000-10.000/μl	4-10 x 10^9/l
Emoglobina (Hgb)	Uomini: 12,4-17,4 g/dl Donne: 11,7-16 g/dl	124-174 g/l 117-160 g/l
Ematocrito (Hct)	Uomini: 42%–52% Donne: 36%–48%	0,42–0,52 0,36–0,48

VALORI DI LABORATORIO NORMALI [CONT.]

Test	Unità convenzionale (valori di riferimento*)	Unità SI
Studi Lipoproteine/Lipidi		
Colesterolo totale: Range desiderabile	Uomini: <205 mg/dl Donne: <190 mg/dl	<5,3 mmol/l <4,9 mmol/l
Colesterolo LDL: Range desiderabile	<130 mg/dl	<3,36 mmol/l
Colesterolo HDL: Range desiderabile	Uomini: 37-70 mg/dl Donne: 40-85 mg/dl	0,96-1,8 mmol/l 1,03-2,2 mmol/l
Trigliceridi	Uomini: 44-180 mg/dl Donne: 11-190 mg/dl	0,44-2,01 mmol/l 0,11-2,21 mmol/l
Studi di coagulazione		
Conta piastrine	150.000-400.000/mm^3	
Tempo di protrombina (PT)	10-13 sec	
Rapporto internazionale normalizzato (INR)	2,0-3,0 per punti su terapia con warfarin; 2,5-3,5 per punti con valvole aortiche prostetiche meccaniche	
Tempo di protrombina del plasma (PTT)	60-70 sec	
Tempo di protrombina parziale attivato (APTT)	35-45 sec	
Tempo di coagulazione attivato (ACT)	107 ± 13 sec	
Prodotto di degradazione della fibrina (FSP)	<10 μg/ml	<10 mg/l
D-dimer	Neg. o <250 μg/l	
Fibrinogeno	200-400 mg/dl	2-4 g/l

Unità SI = unità internazionali

**I valori di riferimento possono variare in base a tecniche e metodi di laboratorio locali.*

VALORI DI LABORATORIO NORMALI [CONT.]

Test	Unità convenzionale (valori di riferimento*)	Unità SI
Biomarcatori cardiaci		
Creatina chinasi (CK)	Uomini: 55-170 U/l Donne: 30-135 U/l	0,94-2,89 μkat/l 0,51-2,3 μkat/l
Isoenzimi CK: CK-MM (muscolo) CK-MB (miocardico) Con CK-MB AMI: Onset: 4-6 ore Picco: 12-24 ore Durata: 2 giorni	 95–100% 0–5%	
Troponina I Con AMI: ` Onset: 4-6 ore Picco: 10-24 ore Durata: 7-10 giorni	0-0,2 ng/ml	
Mioglobina Con AMI: Onset: 2-4 ore Picco: 8-12 ore Durata: 24-30 giorni	Uomini: 20-90 ng/ml Donne: 10-75 ng/ml	
Altri test cardiaci		
Proteina C-reattiva ad alta sensibilità (hs-CRP)	Bassa: <1,0 mg/l Media: 1,0-3,0 mg/l Alta: >3,0 mg/l	
Peptide natriuretico tipo b (BNP)	<100 pg/ml	

Unità SI = unità internazionali

**I valori di riferimento possono variare in base a tecniche e metodi di laboratorio locali.*

BIBLIOGRAFIA

CURA CRITICA AVANZATA

ATTRAVERSO DIDATTICA SU BASE SCIENTIFICA

DAL 1972

Bibliografia

ANATOMIA E FISIOLOGIA

Alspach JG. Core curriculum for critical care nursing. 6th ed. St. Louis: Saunders Elsevier; 2006.

Braunwald E. Heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005.

Dantzker DR, Scharf SM. Cardiopulmonary Critical Care. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1998.

Darovic GO. Hemodynamic monitoring: Applicazione clinica invasiva e non invasiva 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 2002.

Fink MP, Abraham E, Vincent JL, Kochanek PM. Textbook of critical care. 5th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005.

Guyton AC, Hall JE. Textbook of medical physiology. 11th ed. Philadelphia: Elsevier Inc.; 2006.

Headley JM. Strategies to optimize the cardiorespiratory status of the critically ill. AACN Clinical Issues in Critical Care Nursing. 1995;6(1):121-134.

Headley JM, Diethorn ML. Right ventricular volumetric monitoring. AACN Clinical Issue. 1993;4(1):120-133.

McGee WT, Jodka P: Oxygen transport and tissue oxygenation. In: Higgins TL, Steingrub JS, Kacmarek RM, Stoller JK. Cardiopulmonary Critical Care. BIOS Scientific Publishers, Ltd. Oxford UK; 2002. pp. 35-46.

McGee WT, Veremakis C, Wilson GL. Clinical importance of tissue oxygenation and use of the mixed venous blood gas. Res Medica. 1988;4(2):15-24.

Perret C, Tagan D, Feihl F, Marini JJ. The pulmonary artery catheter in critical care. Cambridge: Blackwell Science Inc.; 1996.

Thelan LA, Davie JK, Urden LD, Lough ME. Critical care nursing: diagnosis and management. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1994.

Woods SL, Froelicher ESS, Motzer SU, Bridges EJ. Cardiac nursing. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

MONITORAGGIO DI BASE

Monitoraggio della pressione

Civetta JM, Taylor RW, Kirby RR. Critical care. 2nd ed. Philadelphia: J.B. Lippincott; 2002.

Daily EK, Schroeder JS. Techniques in bedside hemodynamic monitoring. 5th ed. St. Louis: Mosby; 1994.

Darovic, GO. Hemodynamic monitoring: invasive and noninvasive clinical application. 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 2002.

Fawcett J. Hemodynamic Monitoring Made Easy. 1st ed. Baillere Tindall; 2005. 240p.

Headley, JM. Advanced Monitoring of Critical Functions. Springhouse Corporation; 1994. Chapter 3, Techniques of Pressure Monitoring.

Headley, JM. Advanced Monitoring of Critical Functions. Springhouse Corporation; 1994. Chapter 5, Monitoring Pulmonary Artery and Central Venous Pressures.

Imperial-Perez F, McRae M, Gawlinski A, Keckeisen M, Jesurum J. AACN protocols for practice: Hemodynamic Monitoring. 1998.

Mims BC, Toto KH, Luecke LE, Roberts MK, Brock JD, Tyner TE. Critical care skills: a clinical handbook. 2nd ed. St. Louis: Saunders; 2004.

Woods SL, Froelicher ESS, Motzer SU, Bridges EJ. Cardiac nursing. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

Central Venous Access

Ayres SM, Grenvik A, Holbrook PR, Shoemaker WC. Textbook of critical care. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1995.

Baranowski L. Central venous access devices: current technologies, uses and management strategies. J Intravenous Nurs. 1993;16:167-194.

Calkins DR, et al. 5 million lives campaign. Getting started kit: prevent central line infections how-to guide. Cambridge, MA: Institute for Healthcare Improvement; 2008.

Darouiche RO, Raad I, Heard J, Thornby JI, Wenker OC, Gabrielli A, et al. A comparison of two antimicrobial-impregnated central venous catheters. Catheter Study Group. N Engl J Med. 1999;340(1):1-8.

Hanna H, Bahna P, Reitzel R, Dvorak T, et al. Comparative *in vitro* efficacies and antimicrobial durabilities of novel antimicrobial central venous catheters. Amer Society Microbiology. 2006;50(10):3283-3288.

Haxhe JJ, D'Hoore W. A meta-analysis dealing with the effectiveness of chlorhexidine and silver sulfadiazine impregnated central venous catheters. J Hosp Infect. 1998;40(2):166-168.

Kaplan JA. Cardiac anesthesia. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1993.

Laster J, Silver D. Heparin-coated catheters and heparin-induced thrombocytopenia. J Vasc Surg. 1988;7(5):667-672.

Maki DG, Stolz SM, Wheeler S. Prevention of central venous catheter-related bloodstream infection by use of an antiseptic-impregnated catheter. A randomized, controlled trial. Ann Intern Med. 1997;127(4):3257-266.

Maschke SP, Rogove HJ. Cardiac tamponade associated with a multi-lumen central venous catheter. Crit Care Med. 1984;12(7):611-613.

McGee WT, Mallory DL. Cannulation of the internal and external jugular veins. In: Kirby RR, Taylor RW. Problems in Critical Care. Philadelphia: JP Lippincott Co; 1988. pp. 217-241.

McGee WT, Steingrub JS, Higgins TL. Techniques of vascular access for invasive hemodynamic monitoring. In: Higgins TL, Steingrub JS, Kacmarek RM, Stoller JK. Cardiopulmonary Critical Care. Oxford UK: BIOS Scientific Publishers; 2002. pp. 381-399.

Mermel L, Stolz S, Maki D. Surface antimicrobial activity of heparin-bonded and antiseptic-impregnated vascular catheters. J Infect Dis. 1993;167:920-924.

NICE: Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. National Institute for Clinical Excellence. Tech Appraisal No. 49.

O'Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. MMWR. 2002;51(RR-10):1-29.

BIBLIOGRAFIA

Pemberton LB, Ross V, Cuddy P, et al. No difference in catheter sepsis between standard and antiseptic central venous catheters. A prospective randomized trial. Arch Surg. 1996;131(9):986-989.

Raad II. Vascular catheters impregnated with antimicrobial agents: present knowledge and future direction. Infect Control Hosp Epidemiol. 1997;18(4):227-229.

Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Andrew M. Benefit of heparin in central venous and pulmonary artery catheters. CHEST. 1998;113:165-71.

Russell LM, Weinstein RA. Antimicrobial-coated central venous catheters–icing on the cake or the staff of life? Crit Care Med. 1998;26(2):195-196.

Veenstra DL, Saint S, Saha S, et al. Efficacy of antiseptic-impregnated central venous catheters in preventing catheter-related bloodstream infection: a meta-analysis. JAMA. 1999;281(3):261-267.

MONITORAGGIO MINIMAMENTE INVASIVO AVANZATO

FloTrac

Biais M, Nouette-Gaulain K, Cottenceau V, Revel P, Sztark F. Uncalibrated pulse contour-derived stroke volume variation predicts fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing liver transplantation. Br J Anaesth. 2008 Dec; 101(6):761-8. Epub 2008 Oct 12.

Button D, Weibel L, Reuthebuch O, Genoni M, Zollinger A, Hofer CK. Clinical evaluation of the FloTrac/Vigileo system and two established continuous cardiac output monitoring devices in patients undergoing cardiac surgery. Br J Anaesth. 2007 Sep; 99(3):329-36. Epub 2007 Jul 12.

Collange O, Xavier L, Kuntzman H, Calon B, Schaeffer R, Pottecher T, Diemunsch P, Pessaux P. FloTrac for monitoring arterial pressure and cardiac output during phaeochromocytoma surgery. Eur J Anaesthesiol. 2008 Sep; 25(9):779-80. Epub 2008 May 14.

Headley, JM. Arterial Pressure Based Technologies: A New Trend in Cardiac Output Monitoring. Critical Care Nursing Clinics of North America. Elsevier Saunders; 2006.

Hofer CK, Senn A, Weibel L, Zollinger A. Assessment of stroke volume variation for prediction of fluid responsiveness using the modified FloTrac and PiCCOplus system. Crit Care. 2008; 12(3):R82. Epub 2008 Jun 20.

Kobayashi M, Ko M, Kimura T, Meguro E, Hayakawa Y, Irinoda T, Takagane A. Perioperative monitoring of fluid responsiveness after esophageal surgery using stroke volume variation. Expert Rev Med Devices. 2008 May; 5(3):311-6.

Manecke GR. Edwards FloTrac sensor and Vigileo monitor: easy, accurate, reliable cardiac output assessment using the arterial pulse wave. Expert Rev Med Devices. 2005 Sep; 2(5):523-7.

Mayer J, Boldt J, Wolf MW, Lang J, Suttner S. Cardiac output derived from arterial pressure waveform analysis in patients undergoing cardiac surgery: validity of a second generation device. Anesth Analg. 2008 Mar; 106(3):867-72.

McGee W, Horswell J, Calderon J, et al. Validation of a continuous, arterial pressure-based cardiac output measurement: a multicenter, prospective clinical trial. Critical care. 2007; 11(5):R105.

Mehta Y, Chand RK, Sawhney R, Bhise M, Singh A, Trehan N. Cardiac output monitoring: comparison of a new arterial pressure waveform analysis to the bolus thermodilution technique in patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2008 Jun; 22(3):394-9.

Pratt B, Roteliuk L, Hatib F, Frazier J, Wallen RD. Calculating arterial pressure-based cardiac output using a novel measurement and analysis method. Biomed Instrum Technol. 2007 Sep-Oct; 41(5):403-11.

Zimmermann A, Kufner C, Hofbauer S, Steinwendner J, Hitzl W, Fritsch G, Schistek R, Kirnbauer M, Pauser G. The accuracy of the Vigileo/FloTrac continuous cardiac output monitor. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2008 Jun; 22(3):388-93. Epub 2008 Jan 22.

Sollevamento passivo gamba

Biais M, Nouette-Gaulain K, Cottenceau V, Revel P, Sztark F. Uncalibrated pulse contour-derived stroke volume variation predicts fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing liver transplantation. Br J Anaesth. 2008 Dec 101(6):761-8.

Edwards Lifesciences, Critical Care Division. Vigileo manual software 1.14. Irvine, CA: Edwards Lifesciences; 2008; 186p.

Grier L. Utilization of stroke volume variation (SVV) in spontaneously breathing critically ill patients to predict fluid responsiveness. Critical Care Medicine. 2006 Dec Suppl; 34(12): A56.

Heenen S, De Backer D, Vincent JL. How can the response to volume expansion in patients with spontaneous respiratory movements be predicted? Critical care. 2006 Jul 17; 10:R102.

Hofer CK, Senn A, Weibel L, Zollinger A. Assessment of stroke volume variation for prediction of fluid responsiveness using the modified FloTrac and PiCCOplus system. Critical Care 2008 Jun 20; 12:R82.

Jabot J, Teboul JL, Richard C, Monnet X. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change. Intensive Care Med. Epub 2008 Sep 16.

Kobayashi M, Ko M, Kimura T, Meguro E, Hayakawa Y, Irinoda T, Takagane A. Perioperative monitoring of fluid responsiveness after esphogeal surgery using stroke volume variation. Expert Rev Med Devices. 2008 May;5(3):311-6.

Michard F. Changes in arterial pressure during mechanical ventilation. Anesthesiology. 2005 Aug; 103(2):419-28.

Michard F. Volume Management Using Dynamic Parameters. Chest. 2005; 128:1902-1903.

Monnet X, Teboul JL. Passive Leg Raising. Intensive Care Med. 2008 Apr; 34(4):659-63.

ossimetria venosa

Berkenstadt H, Margalit N, Hadani M, et al. "Stroke Volume Variation as a Predictor of Fluid Responsiveness in Patients Undergoing Brain Surgery." Anesthesia and Analgesia 2001;92:984-9.

Echiadis AS, et al. Non-invasive measurement of peripheral venous oxygen saturation using a new venous oximetry method: evaluation during bypass in heart surgery. Physio. Meas. 2007;28:897-911.

Goodrich C. Continuous Central Venous Oximetry Monitoring. Critical Care Nursing Clinics of North America; 18(2):203-9.

Headley, JM, Giuliano K. Special Pulmonary Procedures; Continuous Mixed Venous Oxygen Saturation Monitoring. In: Lynn-McHale DJ, Carlson KK. AACN Procedure Manual for Critical Care. 6th Edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company 2009.

Huber D, Osthaus WA, Optenhofel J, et al. Continuous monitoring of central venous oxygen saturation in neonates and small infants: *in vitro* evaluation of two different oximetry catheters. Pediatric Anesthesia. 2006;16:1257-63.

Kumon K, et al. Continuous measurement of coronary sinus oxygen saturation after cardiac surgery. Crit Care Med. 1987 June; 15(6):595-7.

Ladakis C, Myrianthefs P, Karabinis A, et al. Central venous and mixed venous oxygen saturation in critically ill patients. Respiration 2001;68:279-85.

Liakopoulos O, Ho J, Yezbick A, et al. An experimental and clinical evaluation of a novel central venous catheter with integrated oximetry for pediatric patients undergoing cardiac surgery. International Anesthesia Research Society. 2007;105(6).

McGee WT: A simple physiologic algorithm for managing hemodynamics in the intensive care unit utilizing stroke volume and stroke volume variation. J Inten Care Med 2008. Submitted.

Reinhart K, Kuhn HJ, Hartog C, et al. Continuous central venous and pulmonary artery oxygen saturation monitoring in the critically ill. Intensive Care Med. 2004;30:1572-8.

Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. N Engl J Med. 2001;345:1368–1377.

Rivers EP, Ander DS, Powell D. Central venous oxygen saturation monitoring in the critically ill patient. Curr Opin Crit Care. 2001;7:204-11.

Schell RM, Cole DJ. Cerebral monitoring: jugular venous oximetry. Anesth Analg 2000;90:559-66.

Spenceley N. Continuous central venous saturations during pericardial tamponade: Case Report.

Takano H, et al. Hepatic venous oxygen saturation monitoring in patients with assisted circulation for severe cardiac failure. Artif. Organs. 1991 Jun;15(3):248-52.

Zaja J: Venous oximetry. Signa Vitae 2007; 2(1):6-10.

CATETERI SWAN-GANZ A TECNOLOGIA AVANZATA E STANDARD

Alspach JG (ed.). Core curriculum for critical care nursing. 6th ed. St. Louis: Saunders Elsevier; 2006.

Daily EK, Schroeder JS. Techniques in bedside hemodynamic monitoring. 5th ed. St. Louis: Mosby; 1994.

Darovic, GO. Hemodynamic monitoring: invasive and noninvasive clinical application. 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 2002.

Headley, JM. Invasive Hemodynamic Monitoring: Applying Advanced Technologies. Critical Care Nursing Quarterly. 1998;21:3:73-84.

Headley, JM. Puzzled by Continuous Cardiac Output Monitoring? Nursing '97. 1997; 32aa - 32dd.

Headley, JM. Special Pulmonary Procedures; Continuous Mixed Venous Oxygen Saturation Monitoring. In: Lynn-McHale DJ, Carlson KK. AACN Procedure Manual for Critical Care. 5th Edition. Philadelphia.: W.B. Saunders Company; 2005.

Imperial-Perez F, McRae M, Gawlinski A, Keckeisen M, Jesurum J. AACN protocols for practice: Hemodynamic Monitoring. 1998.

Leeper B. Monitoring right ventricular volumes: a paradigm shift. AACN Clin Issues. 2003 May; (14):208-19.

Mims BC, Toto KH, Luecke LE, Roberts MK, Brock JD, Tyner TE. Critical care skills: a clinical handbook. 2nd ed. St. Louis: Saunders; 2004.

Perret C, Tagan D, Feihl F, Marini JJ. The pulmonary artery catheter in critical care. Cambridge: Blackwell Science Inc.; 1996.

Pinsky MR, Vincent JL. Let us use the pulmonary artery catheter correctly and only when we need it. Crit Care Med. 2005 May;33(5):1119-22.

Thelan LA, Davie JK, Urden LD, Lough ME. Critical care nursing: diagnosis and management. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1994.

Vincent JL, Pinsky MR, Sprung CL, Levy M, Marini JJ, Payen D, Rhodes A, Takala J. The pulmonary artery catheter: in medio virtus. Crit Care Med. 2008 Nov;36(11):3093-6.

Woods SL, Froelicher ESS, Motzer SU, Bridges EJ. Cardiac nursing. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

Zink W, Nöll J, Rauch H, Bauer H, Desimone R, Martin E, Böttiger BW. Continuous assessment of right ventricular ejection fraction: new pulmonary artery catheter versus transoesophageal echocardiography. Anaesthesia. 2004 Nov;59(11):1126-32.

SEZIONE DI RIFERIMENTO RAPIDO

Abramo L, Alexander IV, Bastien D, Bussear EW, et al. Professional guide to diagnostic tests. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

Alspach JG. Core curriculum for critical care nursing. 6th ed. St. Louis: Saunders Elsevier; 2006.

Antman EM, Anbe DT, Armstrong PW, et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction. Circulation. 2004;110:588-636.

Chulay M, Burns SM. AACN essentials of critical care nursing pocket handbook. McGraw-Hill, 2006.

Field JM, Hazinski MF, Gilmore D. Handbook of emergency cardiovascular care. American Heart Association. 2006.

Forrester JS, Diamond G, Chatterjee K, Swan HJC. Medical therapy of acute myocardial infarction by application of hemodynamic subsets. NEJM. 1976;295(24):1356-1362.

Frishman WH, Cheng-Lai A, Nawarskas J. Current cardiovascular drugs. 4th ed. Philadelphia: Current Medicine; 2005.

Headley JM. Strategies to optimize the cardiorespiratory status of the critically ill. AACN Clinical Issues in Critical Care Nursing. 1995;6(1):121-134.

Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: A severity of disease classification system. Crit Care Med. 1985;13(10):818-829.

McGee WT, Mailloux P, Jodka P, Thomas J. The pulmonary artery catheter in critical care. Seminars in Dialysis. 2006;19(6):480-491.

Malholtra PK, Kakani M, Chowdhury U, Choudhury M, Lakshmy R, Kiran U. Early goal-directed therapy in moderate to high-risk cardiac surgery patients. Ann Card Anaesth 2008;11:27-34.

Mims BC, Toto KH, Luecke LE, Roberts MK, Brock JD, Tyner TE. Critical care skills: a clinical handbook. 2nd ed. St. Louis: Saunders; 2004.

Opie LH, Gersh BJ. Drugs for the heart. 6th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005.

Perret C, Tagan D, Feihl F, Marini JJ. The pulmonary artery catheter in critical care. Cambridge: Blackwell Science Inc.; 1996.

Pinsky MR, Vincent J. Let us use the pulmonary artery catheter correctly and only when we need it. Crit Care Med. 2005;33(5):1119-1121.

Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. N Engl J Med. 2001;345(19):1368-1377.

Vallet B, Tytgat H, Lebuffe G. How to titrate vasopressors against fluid loading in septic shock. Advances in Sepsis. 2007;6(2):34-40.

Wilson RF. Critical care manual: applied physiology and principles of therapy. 2nd ed. Philadelphia: FA Davis Company; 1992.

Woods SL, Froelicher ESS, Motzer SU, Bridges EJ. Cardiac nursing. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

RINGRAZIAMENTI

Un grazie particolare a Christine Endres per il supporto e la dedizione nella creazione di questo progetto. Grazie inoltre a Pom Chaiyakal, Sheryl Stewart e Susan Willig, per la loro guida ed esperienza.

Solo su prescrizione medica. Per informazioni sulla prescrizione, consultare le istruzioni per l'uso.

I dispositivi Edwards Lifesciences in vendita sul mercato europeo e conformi ai requisiti essenziali di cui all'articolo 3 della Direttiva dispositivi medici 93/42/CEE recano il marchio di conformità CE.

Edwards, Chandler e Vigilance II sono marchi di fabbrica di Edwards Lifesciences Corporation. Edwards Lifesciences, il logo E stilizzato, Advanced Venous Access, AMC Thromboshield, ControlCath, CCOmbo, CO-Set, FloTrac, Hi-Shore, Multi-Med, Paceport, PediaSat, PreSep, Swan-Ganz, TruWave, Vigilance, Vigileo, VIP e VIP+ sono marchi di fabbrica di Edwards Lifesciences Corporation e sono registrati negli Stati Uniti presso il Patent and Trademark Office.

EGDT ed Early Goal-Directed Therapy sono marchi di fabbrica del Dr. Emanuel Rivers. Oligon è un marchio di fabbrica di Implemed, Inc. PhysioTrac è un marchio di fabbrica di Jetcor, Inc.

William McGee, Diane Brown e Barbara Leeper sono consulenti retribuiti da Edwards Lifesciences.

©2009 Edwards Lifesciences, LLC. Tutti i diritti riservati. AR04063

L'esperienza nello sviluppo di soluzioni leader nel settore per il miglioramento della terapia e del trattamento di pazienti critici

Dall'introduzione del catetere Swan-Ganz nei primi anni Settanta, Edwards Lifesciences ha collaborato con i medici per sviluppare prodotti e sistemi per migliorare la terapia e il trattamento dei pazienti critici. Il risultato è un'ampia gamma di strumenti per il monitoraggio emodinamico che annovera cateteri, sensori e monitor al letto del paziente che continuano a basarsi su questo standard di riferimento nella medicina di terapia intensiva.

I medici di terapia intensiva di tutto il mondo hanno usato i prodotti Edwards per gestire clinicamente più di 30 milioni di pazienti. I prodotti per il monitoraggio emodinamico quali il catetere Swan-Ganz, il sistema FloTrac e il catetere per ossimetria PreSep permettono ai medici di effettuare decisioni rapide e consapevoli durante il trattamento di pazienti in ambiente chirurgico e nell'assistenza dei pazienti critici.

Per ulteriore materiale didattico visitare:
www.Edwards.com/Education

Edwards Lifesciences

Edwards Lifesciences LLC · One Edwards Way · Irvine, CA 92614 USA · 949.250.2500 · 800.424.3278 · www.edwards.com

Edwards Lifesciences Europe · Ch. du Glapin 6 · 1162 Saint-Prex · Switzerland · 41.21.823.4300

Edwards Lifesciences (Canada) Inc. · 1290 Central Pkwy West, Suite 300 · Mississauga, Ontario · Canada L5C 4R3
905.566.4220 · 800.268.3993

Edwards Lifesciences · Japan · 2-8 Rokubancho · Chiyoda-ku, Tokyo 102-0085 · Japan · 81.3.5213.5700

$19.95
ISBN-10: 0-615-27887-6
ISBN-13: 978-0-615-27887-2
51995>
9 780615 278872